

UNIVERSITE MOHAMMED V - RABAT
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT-

ANNEE: 2016

THESE N°: 193

**APPORT DU PET SCANNER
DANS LE CANCER COLORECTAL
(A PROPOS DE 62 CAS)**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :

PAR

Mlle. Amira BRAHIM

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES : PET – Scanner – Cancer – Colorectal – 18-FDG.

JURY

Mr. S. E. ALKANDRY Professeur de Chirurgie Générale	PRESIDENT
Mr. A. DOUDOUH Professeur de Biophysique	RAPPORTEUR
Mr. R. MSSROURI Professeur de Chirurgie Générale	} JUGES
Mr. A. BIYI Professeur de Biophysique	
Mr. M. EL MARJANY Professeur Agrégé de Radiothérapie	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَمَا تَنْزِيلِي إِلَّا
عِلْمًا



صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمَ



**UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT**

DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969	: Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 – 1974	: Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981	: Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989	: Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997	: Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003	: Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 – 2013	: Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI

ADMINISTRATION :

Doyen	: Professeur Mohamed ADNAOUI
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes	Professeur Mohammed AHALLAT
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération	Professeur Taoufiq DAKKA
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie	Professeur Jamal TAOUFIK
Secrétaire Général	: Mr. El Hassane AHALLAT

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS
ET
PHARMACIENS**

PROFESSEURS :

Mai et Octobre 1981

Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. TAOBANE Hamid*	Chirurgie Thoracique

Mai et Novembre 1982

Pr. BENOSMAN Abdellatif	Chirurgie Thoracique
-------------------------	----------------------

Novembre 1983

Pr. HAJJAJ Najia ép. HASSOUNI	Rhumatologie
-------------------------------	--------------

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz	Médecine Interne – <i>Clinique Royale</i>
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi	Anesthésie -Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif	pathologie Chirurgicale

Novembre et Décembre 1985

Pr. BENJELLOUN Halima	Cardiologie
Pr. BENSaid Younes	Pathologie Chirurgicale
Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa	Neurologie

Janvier, Février et Décembre 1987

Pr. AJANA Ali	Radiologie
Pr. CHAHED OUAZZANI Houria	Gastro-Entérologie
Pr. EL YAACOUBI Moradh	Traumatologie Orthopédie

Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah
Pr. LACHKAR Hassan
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Neurologie

Décembre 1988

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib
Pr. DAFIRI Rachida
Pr. HERMAS Mohamed

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie
Traumatologie Orthopédie

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali*
Pr. CHAD Bouziane
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – **Doyen de la FMPR**
Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Neurologie

Janvier et Novembre 1990

Pr. CHKOFF Rachid
Pr. HACHIM Mohammed*
Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. MANSOURI Fatima
Pr. TAZI Saoud Anas

Pathologie Chirurgicale
Médecine-Interne
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia
Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif
Pr. BENSOUDA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZZAD Rachid
Pr. CHABRAOUI Layachi
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation – **Doyen de la FMPO**
Néphrologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie – **Dir. du Centre National PV**
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. DAOUDI Rajae
Pr. DEHAYNI Mohamed*
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. GHAFIR Driss*
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Médecine Interne
Anatomie
Chirurgie Générale
Microbiologie

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Nouredine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. EL AOUDAD Rajae
Pr. EL BARDOUNI Ahmed
Pr. EL HASSANI My Rachid
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. HADRI Larbi*
Pr. HASSAM Badredine
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. JELTHI Ahmed
Pr. MAHFOUD Mustapha
Pr. MOUDENE Ahmed*
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Gynécologie Obstétrique
Immunologie
Traumato-Orthopédie
Radiologie
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Médecine Interne
Dermatologie
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique
Traumatologie – Orthopédie
Traumatologie- Orthopédie **Inspecteur du SS**
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. ABDELHAK M'barek
Pr. BELAIDI Halima
Pr. BRAHMI Rida Slimane
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHAMI Ilham
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. EL ABBADI Najia
Pr. HANINE Ahmed*
Pr. JALIL Abdelouahed
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie
Chirurgie – Pédiatrique
Neurologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Gynécologie – Obstétrique
Traumatologie – Orthopédie
Radiologie
Ophtalmologie
Neurochirurgie
Radiologie
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. CHAARI Jilali*
Pr. DIMOU M'barek*
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine*
Pr. EL MESNAOUI Abbas
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. HDA Abdelhamid*
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation – **Dir. HMIM**
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Cardiologie - **Directeur ERSM**
Urologie
Ophtalmologie

Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Décembre 1996

Pr. AMIL Touriya*
Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOVAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. MAHFOUDI M'barek*
Pr. MOHAMMADI Mohamed
Pr. OUADGHIRI Mohamed
Pr. OUZEDDOUN Naima
Pr. ZBIR EL Mehdi*

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BEN SLIMANE Lounis
Pr. BIROUK Nazha
Pr. CHAOUIR Souad*
Pr. ERREIMI Naima
Pr. FELLAT Nadia
Pr. HAIMEUR Charki*
Pr. KADDOURI Noureddine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. OUAHABI Hamid*
Pr. TAOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA
Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. EZZAITOUNI Fatima
Pr. LAZRAK Khalid *
Pr. BENKIRANE Majid*
Pr. KHATOURI ALI*
Pr. LABRAIMI Ahmed*

Génétique
Réanimation Médicale

Radiologie
Chirurgie Pédiatrie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Radiologie
Médecine Interne
Traumatologie-Orthopédie
Néphrologie
Cardiologie

Gynécologie-Obstétrique
Urologie
Neurologie
Radiologie
Pédiatrie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Neurologie
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Gastro-Entérologie
Neurologie – **Doyen Abulcassis**
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Néphrologie
Traumatologie Orthopédie
Hématologie
Cardiologie
Anatomie Pathologique

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*	Pneumophtisiologie
Pr. AIT OUMAR Hassan	Pédiatrie
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd	Pédiatrie
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine	Pneumo-phtisiologie
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer	Chirurgie Générale
Pr. ECHARRAB El Mahjoub	Chirurgie Générale
Pr. EL FTOUH Mustapha	Pneumo-phtisiologie
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*	Neurochirurgie
Pr. ISMAILI Hassane*	Traumatologie Orthopédie
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*	Anesthésie-Réanimation
Pr. TACHINANTE Rajae	Anesthésie-Réanimation
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida	Médecine Interne

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia	Neurologie
Pr. AIT OURHROUI Mohamed	Dermatologie
Pr. AJANA Fatima Zohra	Gastro-Entérologie
Pr. BENAMR Said	Chirurgie Générale
Pr. CHERTI Mohammed	Cardiologie
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma	Anesthésie-Réanimation
Pr. EL HASSANI Amine	Pédiatrie
Pr. EL KHADER Khalid	Urologie
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*	Rhumatologie
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan	Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Pr. HSSAIDA Rachid*	Anesthésie-Réanimation
Pr. LAHLOU Abdou	Traumatologie Orthopédie
Pr. MAFTAH Mohamed*	Neurochirurgie
Pr. MAHASSINI Najat	Anatomie Pathologique
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae	Pédiatrie
Pr. NASSIH Mohamed*	Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale
Pr. ROUIMI Abdelhadi*	Neurologie

Décembre 2000

Pr. ZOHAIR ABDELAH*	ORL
---------------------	-----

Décembre 2001

Pr. ABABOU Adil	Anesthésie-Réanimation
Pr. BALKHI Hicham*	Anesthésie-Réanimation
Pr. BENABDELJLIL Maria	Neurologie
Pr. BENAMAR Loubna	Néphrologie
Pr. BENAMOR Jouda	Pneumo-phtisiologie
Pr. BENELBARHDADI Imane	Gastro-Entérologie
Pr. BENNANI Rajae	Cardiologie
Pr. BENOUACHANE Thami	Pédiatrie
Pr. BEZZA Ahmed*	Rhumatologie
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi	Anatomie
Pr. BOUMDIN El Hassane*	Radiologie
Pr. CHAT Latifa	Radiologie

Pr. DAALI Mustapha*	Chirurgie Générale
Pr. DRISSI Sidi Mourad*	Radiologie
Pr. EL HIJRI Ahmed	Anesthésie-Réanimation
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid	Neuro-Chirurgie
Pr. EL MADHI Tarik	Chirurgie-Pédiatrique
Pr. EL OUNANI Mohamed	Chirurgie Générale
Pr. ETTAIR Said	Pédiatrie
Pr. GAZZAZ Miloudi*	Neuro-Chirurgie
Pr. HRORA Abdelmalek	Chirurgie Générale
Pr. KABBAJ Saad	Anesthésie-Réanimation
Pr. KABIRI EL Hassane*	Chirurgie Thoracique
Pr. LAMRANI Moulay Omar	Traumatologie Orthopédie
Pr. LEKEHAL Brahim	Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pr. MAHASSIN Fattouma*	Médecine Interne
Pr. MEDARHRI Jalil	Chirurgie Générale
Pr. MIKDAME Mohammed*	Hématologie Clinique
Pr. MOHSINE Raouf	Chirurgie Générale
Pr. NOUINI Yassine	Urologie
Pr. SABBAH Farid	Chirurgie Générale
Pr. SEFIANI Yasser	Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia	Pédiatrie

Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*	Anatomie Pathologique
Pr. AMEUR Ahmed *	Urologie
Pr. AMRI Rachida	Cardiologie
Pr. AOURARH Aziz*	Gastro-Entérologie
Pr. BAMOU Youssef *	Biochimie-Chimie
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*	Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Pr. BENZEKRI Laila	Dermatologie
Pr. BENZZOUBEIR Nadia	Gastro-Entérologie
Pr. BERNOUSSI Zakiya	Anatomie Pathologique
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya*	Psychiatrie
Pr. CHOHO Abdelkrim *	Chirurgie Générale
Pr. CHKIRATE Bouchra	Pédiatrie
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair	Chirurgie Pédiatrique
Pr. EL HAOURI Mohamed *	Dermatologie
Pr. EL MANSARI Omar*	Chirurgie Générale
Pr. FILALI ADIB Abdelhai	Gynécologie Obstétrique
Pr. HAJJI Zakia	Ophthalmologie
Pr. IKEN Ali	Urologie
Pr. JAAFAR Abdeloihab*	Traumatologie Orthopédie
Pr. KRIOUILE Yamina	Pédiatrie
Pr. LAGHMARI Mina	Ophthalmologie
Pr. MABROUK Hfid*	Traumatologie Orthopédie
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*	Gynécologie Obstétrique
Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid*	Cardiologie
Pr. NAITLHO Abdelhamid*	Médecine Interne

Pr. OUJILAL Abdelilah
Pr. RACHID Khalid *
Pr. RAISS Mohamed
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
Pr. RHOU Hakima
Pr. SIAH Samir *
Pr. THIMOU Amal
Pr. ZENTAR Aziz*

Oto-Rhino-Laryngologie
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Néphrologie
Anesthésie Réanimation
Pédiatrie
Chirurgie Générale

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
Pr. BOUGHALEM Mohamed*
Pr. BOULAADAS Malik
Pr. BOURAZZA Ahmed*
Pr. CHAGAR Belkacem*
Pr. CHERRADI Nadia
Pr. EL FENNI Jamal*
Pr. EL HANCHI ZAKI
Pr. EL KHORASSANI Mohamed
Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
Pr. HACHI Hafid
Pr. JABOUIRIK Fatima
Pr. KHABOUZE Samira
Pr. KHARMAZ Mohamed
Pr. LEZREK Mohammed*
Pr. MOUGHIL Said
Pr. OUBAAZ Abdelbarre*
Pr. TARIB Abdelilah*
Pr. TIJAMI Fouad
Pr. ZARZUR Jamila

Ophthalmologie
Anatomie Pathologique
Oto-Rhino-Laryngologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie Réanimation
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Neurologie
Traumatologie Orthopédie
Anatomie Pathologique
Radiologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Cardiologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Gynécologie Obstétrique
Traumatologie Orthopédie
Urologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophthalmologie
Pharmacie Clinique
Chirurgie Générale
Cardiologie

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
Pr. ALAOUI Ahmed Essaid
Pr. ALLALI Fadoua
Pr. AMAZOUZI Abdellah
Pr. AZIZ Noureddine*
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENHALIMA Hanane
Pr. BENYASS Aatif
Pr. BERNOUSSI Abdelghani
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Rhumatologie
Ophthalmologie
Radiologie
Rhumatologie
Pédiatrie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale
Cardiologie
Ophthalmologie
Ophthalmologie

Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. EL HAMZAOUI Sakina*
Pr. HAJJI Leila
Pr. HESSISSEN Leila
Pr. JIDAL Mohamed*
Pr. LAAROUSSI Mohamed
Pr. LYAGOUBI Mohammed
Pr. NIAMANE Radouane*
Pr. RAGALA Abdelhak
Pr. SBIHI Souad
Pr. ZERAIDI Najia

Biophysique
Microbiologie
Cardiologie (mise en disponibilité)
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Rhumatologie
Gynécologie Obstétrique
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

Anesthésie Réanimation

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
Pr. AKJOUJ Said*
Pr. BELMEKKI Abdelkader*
Pr. BENCHEIKH Razika
Pr. BIYI Abdelhamid*
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
Pr. BOULAHYA Abdellatif*
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
Pr. DOGHMI Nawal
Pr. ESSAMRI Wafaa
Pr. FELLAT Ibissam
Pr. FAROUDY Mamoun
Pr. GHADOUANE Mohammed*
Pr. HARMOUCHE Hicham
Pr. HANAFI Sidi Mohamed*
Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
Pr. JROUNDI Laila
Pr. KARMOUNI Tariq
Pr. KILI Amina
Pr. KISRA Hassan
Pr. KISRA Mounir
Pr. LAATIRIS Abdelkader*
Pr. LMIMOUNI Badreddine*
Pr. MANSOURI Hamid*
Pr. OUANASS Abderrazzak
Pr. SAFI Soumaya*
Pr. SEKKAT Fatima Zahra
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saida*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Rhumatologie
Radiologie
Hématologie
O.R.L.
Biophysique
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio – Vasculaire
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Gastro-entérologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Urologie
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie – Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie
Psychiatrie
Pneumo – Phtisiologie
Biochimie
Pneumo – Phtisiologie

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid	Réanimation médicale
Pr. ACHACHI Leila	Pneumo phtisiologie
Pr. ACHOUR Abdessamad*	Chirurgie générale
Pr. AIT HOUSSA Mahdi*	Chirurgie cardio vasculaire
Pr. AMHAJJI Larbi*	Traumatologie orthopédie
Pr. AMMAR Haddou*	ORL
Pr. AOUI Sarra	Parasitologie
Pr. BAITE Abdelouahed*	Anesthésie réanimation
Pr. BALOUCH Lhousaine*	Biochimie-chimie
Pr. BENZIANE Hamid*	Pharmacie clinique
Pr. BOUTIMZINE Nourdine	Ophthalmologie
Pr. CHARKAOUI Naoual*	Pharmacie galénique
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader*	Chirurgie générale
Pr. ELABSI Mohamed	Chirurgie générale
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid	Anesthésie réanimation
Pr. EL OMARI Fatima	Psychiatrie
Pr. GANA Rachid	Neuro chirurgie
Pr. GHARIB Nouredine	Chirurgie plastique et réparatrice
Pr. HADADI Khalid*	Radiothérapie
Pr. ICHOU Mohamed*	Oncologie médicale
Pr. ISMAILI Nadia	Dermatologie
Pr. KEBDANI Tayeb	Radiothérapie
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar*	Anesthésie réanimation
Pr. LOUZI Lhoussain*	Microbiologie
Pr. MADANI Naoufel	Réanimation médicale
Pr. MAHI Mohamed*	Radiologie
Pr. MARC Karima	Pneumo phtisiologie
Pr. MASRAR Azlarab	Hématologique
Pr. MOUTAJ Redouane *	Parasitologie
Pr. MRABET Mustapha*	Médecine préventive santé publique et hygiène
Pr. MRANI Saad*	Virologie
Pr. OUZZIF Ez zohra*	Biochimie-chimie
Pr. RABHI Monsef*	Médecine interne
Pr. RADOUANE Bouchaib*	Radiologie
Pr. SEFFAR Myriame	Microbiologie
Pr. SEKHSOKH Yessine*	Microbiologie
Pr. SIFAT Hassan*	Radiothérapie
Pr. TABERKANET Mustafa*	Chirurgie vasculaire périphérique
Pr. TACHFOUTI Samira	Ophthalmologie
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*	Chirurgie générale
Pr. TANANE Mansour*	Traumatologie orthopédie
Pr. TLIGUI Houssain	Parasitologie
Pr. TOUATI Zakia	Cardiologie

Décembre 2007

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

Ophthalmologie

Décembre 2008

Pr ZOUBIR Mohamed*

Anesthésie Réanimation

Pr TAHIRI My El Hassan*

Chirurgie Générale

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*

Médecine interne

Pr. AGDR Aomar*

Pédiatre

Pr. AIT ALI Abdelmounaim*

Chirurgie Générale

Pr. AIT BENHADDOU El hachmia

Neurologie

Pr. AKHADDAR Ali*

Neuro-chirurgie

Pr. ALLALI Nazik

Radiologie

Pr. AMAHZOUNE Brahim*

Chirurgie Cardio-vasculaire

Pr. AMINE Bouchra

Rhumatologie

Pr. ARKHA Yassir

Neuro-chirurgie

Pr. AZENDOUR Hicham*

Anesthésie Réanimation

Pr. BELYAMANI Lahcen*

Anesthésie Réanimation

Pr. BJIJOU Younes

Anatomie

Pr. BOUHSAIN Sanae*

Biochimie-chimie

Pr. BOUI Mohammed*

Dermatologie

Pr. BOUNAIM Ahmed*

Chirurgie Générale

Pr. BOUSSOUGA Mostapha*

Traumatologie orthopédique

Pr. CHAKOUR Mohammed *

Hématologie biologique

Pr. CHTATA Hassan Toufik*

Chirurgie vasculaire périphérique

Pr. DOGHMI Kamal*

Hématologie clinique

Pr. EL MALKI Hadj Omar

Chirurgie Générale

Pr. EL OUENNASS Mostapha*

Microbiologie

Pr. ENNIBI Khalid*

Médecine interne

Pr. FATHI Khalid

Gynécologie obstétrique

Pr. HASSIKOU Hasna *

Rhumatologie

Pr. KABBAJ Nawal

Gastro-entérologie

Pr. KABIRI Meryem

Pédiatrie

Pr. KARBOUBI Lamyra

Pédiatrie

Pr. L'KASSIMI Hachemi*

Microbiologie

Pr. LAMSAOURI Jamal*

Chimie Thérapeutique

Pr. MARMADE Lahcen

Chirurgie Cardio-vasculaire

Pr. MESKINI Toufik

Pédiatrie

Pr. MESSAOUDI Nezha *

Hématologie biologique

Pr. MSSROURI Rahal

Chirurgie Générale

Pr. NASSAR Ittimade

Radiologie

Pr. OUKERRAJ Latifa

Cardiologie

Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *

Pneumo-phtisiologie

Pr. ZOUHAIR Said*

Microbiologie

PROFESSEURS AGREGES :

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha	Anesthésie réanimation
Pr. AMEZIANE Taoufiq*	Médecine interne
Pr. BELAGUID Abdelaziz	Physiologie
Pr. BOUAITY Brahim*	ORL
Pr. CHADLI Mariama*	Microbiologie
Pr. CHEMSI Mohamed*	Médecine aéronautique
Pr. DAMI Abdellah*	Biochimie chimie
Pr. DARBI Abdellatif*	Radiologie
Pr. DENDANE Mohammed Anouar	Chirurgie pédiatrique
Pr. EL HAFIDI Naima	Pédiatrie
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*	Radiologie
Pr. EL MAZOUZ Samir	Chirurgie plastique et réparatrice
Pr. EL SAYEGH Hachem	Urologie
Pr. ERRABIH Ikram	Gastro entérologie
Pr. LAMALMI Najat	Anatomie pathologique
Pr. LEZREK Mounir	Ophthalmologie
Pr. MALIH Mohamed*	Pédiatrie
Pr. MOSADIK Ahlam	Anesthésie Réanimation
Pr. MOUJAHID Mountassir*	Chirurgie générale
Pr. NAZIH Mouna*	Hématologie
Pr. ZOUAIDIA Fouad	Anatomie pathologique

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed	Chirurgie Pédiatrique
Pr. ABOUELALAA Khalil*	Anesthésie Réanimation
Pr. BELAIZI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. BENCHEBBA Driss*	Traumatologie Orthopédique
Pr. DRISSI Mohamed*	Anesthésie Réanimation
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna	Chirurgie Générale
Pr. EL KHATTABI Abdessadek*	Médecine Interne
Pr. EL OUAZZANI Hanane*	Pneumophtisiologie
Pr. ER-RAJI Mounir	Chirurgie Pédiatrique
Pr. JAHID Ahmed	Anatomie pathologique
Pr. MEHSSANI Jamal*	Psychiatrie
Pr. RAISSOUNI Maha*	Cardiologie

Février 2013

Pr. AHID Samir	Pharmacologie – Chimie
Pr. AIT EL CADI Mina	Toxicologie
Pr. AMRANI HANCHI Laila	Gastro-Entérologie
Pr. AMOUR Mourad	Anesthésie Réanimation
Pr. AWAB Almahdi	Anesthésie Réanimation
Pr. BELAYACHI Jihane	Réanimation Médicale
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain	Anesthésie Réanimation

Pr. BENCHEKROUN Laila	Biochimie-Chimie
Pr. BENKIRANE Souad	Hématologie
Pr. BENNANA Ahmed*	Informatique Pharmaceutique
Pr. BENSEFFAJ Nadia	Immunologie
Pr. BENSCHIR Mustapha*	Anesthésie Réanimation
Pr. BENYAHIA Mohammed*	Néphrologie
Pr. BOUATIA Mustapha	Chimie Analytique
Pr. BOUABID Ahmed Salim*	Traumatologie Orthopédie
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba	Anatomie
Pr. CHAIB Ali*	Cardiologie
Pr. DENDANE Tarek	Réanimation Médicale
Pr. DINI Nouzha*	Pédiatrie
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali	Anesthésie Réanimation
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa	Radiologie
Pr. ELFATEMI Nizare	Neuro-Chirurgie
Pr. EL GUERROUJ Hasnae	Médecine Nucléaire
Pr. EL HARTI Jaouad	Chimie Thérapeutique
Pr. EL JOUDI Rachid*	Toxicologie
Pr. EL KABABRI Maria	Pédiatrie
Pr. EL KHANNOUSSI Basma	Anatomie Pathologie
Pr. EL KHLOUFI Samir	Anatomie
Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane*	Radiologie
Pr. ERRGUIG Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryim	Radiologie
Pr. GHANIMI Zineb	Pédiatrie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed*	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim*	Ophthalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique

Pr. ROUIBAA Fedoua*
Pr. SALIHOUN Mouna
Pr. SAYAH Rochde
Pr. SEDDIK Hassan*
Pr. ZERHOUNI Hicham
Pr. ZINE Ali*

Gastro-Entérologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Gastro-Entérologie
Chirurgie Pédiatrique
Traumatologie Orthopédie

Avril 2013

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*
Pr. GHOUNDALE Omar*
Pr. ZYANI Mohammad*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Urologie
Médecine Interne

***Enseignants Militaires**

2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie – chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. BOURJOUANE Mohamed	Microbiologie
Pr. BARKYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootéchnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes	Pharmacologie
Pr. HAMZAOUI Laila	Biophysique
Pr. HMAMOUCHE Mohamed	Chimie Organique
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie
Pr. ZELLOU Amina	Chimie Organique

*Mise à jour le 09/01/2015 par le
Service des Ressources Humaines*

- 9 JAN 2015





A Allah

Tout puissant

Qui m'a inspiré

Qui m'a guidé dans le bon chemin

Je vous dois ce que je suis devenue

Louanges et remerciements

Pour votre clémence et miséricorde.





À ceux qui me sont les plus chers
À ceux qui ont toujours cru en moi
À ceux qui m'ont toujours encouragé
Je dédie cette thèse



A la Tunisie

*Mon pays natal, C'est avec impatience
que j'ai longtemps attendu ce jour pour te dédier ce travail.*

Où que je vais, Je porte ton drapeau fièrement en haut.

Au Maroc

Mon Pays d'adoption,

*Le pays qui m'a accueilli et qui m'a ouvert grand les bras pour
poursuivre les études dont j'ai tant rêvé.*

*Le pays qui m'a tant appris, et que j'en suis et en serai toujours
reconnaissante.*

*Je dirai toujours que le Maroc est la terre de paix
Où règnent la tolérance, l'art et la beauté culturelle
dans toute sa diversité et sa splendeur.*

*Tu es et tu resteras pour toujours
dans mon cœur !*

Merci le Maroc!



Je dédie ce travail à mes Parents,

A mon très cher père

Le grand Militant...

*Qui m'a fait partager depuis toujours sa passion pour
la médecine*

Merci papa d'avoir toujours CRU en moi...

Merci de m'avoir permis de réaliser ces longues études et celles à venir !

Merci pour l'éducation et les valeurs que tu m'as transmises

*Je suis à la fois fière et chanceuse d'être ta fille et de pouvoir enfin réaliser,
ce que tu as tant espéré et attendu de moi.*

*Tu n'as jamais cessé de déployer tous tes efforts afin de subvenir à nos
besoins, nous encourager et nous aider à choisir le chemin de la réussite.*

*Ta patience, ta bonne volonté, tes conseils précieux ainsi que ta confiance
en moi ont été pour beaucoup dans ma réussite.*

*Cher père ! Depuis mon enfance, J'ai tant admiré tes innombrables qualités,
les mots ne seront jamais assez pour exprimer ma grande gratitude,
respect et reconnaissance pour tout ce que tu as fait pour nous, toi mon père
qui a consacré toute sa vie à travailler très dur. Ta bonne foi, ta bonté, ta
gentillesse, ta tendresse et ta bonne humeur ont été ma source
d'inspiration, motivation et le moteur de mes ambitions.*

*Ta phrase fétiche « Ma fille, dans la vie il faut travailler
constamment, passionnément avec rigueur et persévérance »
a été pour moi un stimulant tout au long de mes études.*

*Cher Papa, j'espère être la fille que tu as voulu que je sois
et je m'efforcerai d'être digne de ce que tu as souhaité que je sois.*

*Papa, pour moi tu es le père idéal dont j'ai été, suis et en serais
toujours fière. Tu es toute ma vie ! Veuillez trouver, dans ce modeste
travail, le fruit de tes sacrifices ainsi que l'expression de ma profonde
affection*

et ma vive reconnaissance. Que dieu te protège et te garde.

Je t'aime mon très cher papa.



A ma très chère mère

*Oh la plus chère et tendre,
Nulle dédicace ne pourrait exprimer mon énorme
gratitude et mon profond respect*

*Tu m'as appris à parler et écrire d'abord,
à raisonner et respecter ensuite.*

*Tu m'as appris que rien n'est impossible, que la vigueur
est la clé de la réussite.*

*Tu as toujours été là dans mes égarements pour me montrer le chemin.
Tu as toujours réussi à connaître mes états d'âmes et à me prendre la main. Il t'a
fallu bien des talents pour être à mes côtés
dans toutes les circonstances. Il t'a fallu bien des labeurs pour me guider
dans la voie du savoir, du défi et de la prospérité.*

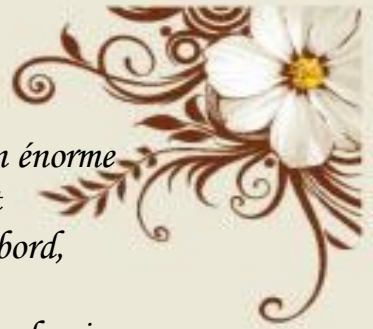
*Tu as su dompter et façonner ma vision pour la vie
pour que le quotidien ne m'use, ne fragilise, et ne m'en durcisse pas,
pour que mon âme ne soit pas un cuir qui se tanne avec les épreuves,
mais pour qu'elle soit une membrane sensible, vibrante et délicate et qu'en cas de choc
ne soit hantée, marquée ou meurtrie. Vivante comme le jour, tendre comme la nuit,
rien qu'en te regardant je redeviens enfant. Vigoureuse comme le feu, élégante comme
l'eau, rien qu'en pensant à toi je me sens enchantée.*

*Chère mère pour moi tu as été l'unique étoile qui a pu illuminer un monde abyssale,
et contribuer avec toute la foi maternelle à mon épanouissement
le plus absolu et ma plénitude existentielle. Je te dois ce que je suis,
ce que je serai ; Je te dois mes réussites et mes allégresses ; Je te dois ma vie.
Je te serai chère mère reconnaissante toute ma vie, pour tout le mal que tu t'es donné
pour moi à chaque étape de ma vie, pour ta patience et ton amour.*

*Je n'ai qu'un espoir, celui de t'honorer ; J'espère que mon travail sera le franc
témoignage de toute la vénération que j'ai à ton égard, et sera l'achèvement
de longues années et début de longues autres.*

Que Dieu te préserve et te garde

Je t'aime ma très chère maman.



A la mémoire de Ma grand mère Bahria



*Aucun mot ne pourra exprimer ma grande tristesse
en ton absence...*

Ton visage gai et souriant...

Ta tendresse infinie...

Et ton amour incomparable...

Resteront à jamais gravés dans mon cœur...

*Je te remercie pour tous les beaux moments que nous
avons partagé en famille...*

Je te remercie pour ton grand amour...

Tu me manques beaucoup grand mère...

J'aurai aimé que tu sois à mes côtés ce jour...

Mais le destin en a décidé autrement...

J'espère que tu es fier de moi 'Mémi'...

*Ce titre de docteur en médecine je le porterai fièrement
et je te le dédie tout particulièrement*

Je t'aime...

Que ton âme repose en paix...





A la mémoire de mon grand père Abdelhamid

Tu as été mon premier enseignant.

Tu m'as toujours incité à travailler très dur, aller de l'avant et faire de mon mieux dans mes études.

Toute au long de ta vie, Tu as fait preuve de courage, persévérance et rigueur dans le travail, tu as été et resteras un modèle à suivre pour tes enfants et tes petits enfants.

Nous prions tous pour toi et que ton âme repose en paix...

A mes très chers grand Parents Jamila et Abdelhamid

Votre présence dans la famille est le secret de notre bonheur...

Vous avez toujours été là pour me soutenir avec vos prières et m'encourager pendant mes études,

Recevez ce travail en témoignage de mon grand amour pour vous

Que dieu vous procure santé et joie pour le restant de vos vie...

Je vous aime beaucoup...



A mon très cher frère Achraf,



*Tu occupes une place très particulière dans mon cœur
Je te dédie ce travail en témoignage de l'amour
et de la gratitude pour l'épaulé inconditionnelle que tu représentes
pour moi, en te souhaitant le bonheur, un avenir radieux
et le succès dans tous les domaines de la vie.
Que dieu te protège et consolide les liens sacrés
qui nous unissent.*

A ma très chère: Tante Najiba

*Je ne pourrais jamais exprimer tout le respect
et l'amour que j'éprouve pour toi*

*Tes prières, tes encouragements et ton soutien
m'ont toujours été d'un grand secours.*

*Puisse Dieu le tout puissant te préserver du mal,
te combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue
et heureuse vie que vous méritez.*

A mes très chers oncle Jamal, Fathi, Mostapha et Zouheir,

Merci de m'avoir tant aimé et soutenu,

Je vous dédie ce travail

A tous les membres de ma famille, petits et grands

*Veuillez trouver dans ce modeste
travail l'expression de mon affection la plus sincère.*





*A mon amie d'enfance Amal kooli
Tu es plus qu'une amie, tu es une sœur.
Tu étais toujours présente pour me soutenir,
m'écouter et me gâter, tu m'a beaucoup aidée,
je t'en serai toujours reconnaissante. Je t'aime ma "Ammoula"
et je te dédie ce modeste travail.*

*A mes très chères amies,
Asmaa Boussaadane, Sara Boussaadane,
et à tous les membres de leur famille,
Vous êtes pour moi ma deuxième famille, je ne peux exprimer avec des
mots tout l'amour et l'affection que j'ai pour vous.
Vous m'avez soutenu et réconforté durant mes moments difficiles, vous
avez partagé avec moi mes émotions de joie et bonheur.
J'ai beaucoup de chance de vous avoir à mes côtés, et je vous souhaite
beaucoup de bonheur et de réussite.
Veuillez retrouver en ce travail l'expression de mon amour, ma
gratitude et mon grand attachement.*





*A mes très chères amies Jihane El Moaden,
Karima Madbouhi,*

*Mes merveilleuses amies, toujours compréhensives
attentionnées et de bonne humeur. Les mots ne sauraient
exprimer l'entendu de l'affection que j'ai pour vous et ma gratitude.*

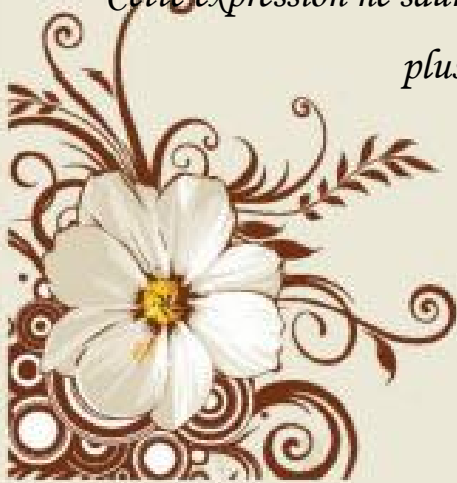
*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur,
de santé et de réussite.*

*Je vous souhaite une vie pleine de bonheur,
de santé et de prospérité.*

Puisse Dieu vous procure santé, succès et prospérité.

*A mes très chères amies Loubna Dhimine, Siham chouiekh, Mariem
Cheikh Sidiya, Hajar Bzize, Fadwa chadi, Lamia Khaoua, Milena
Evershine, Hanene Merhini, Assia Karara.*

*Notre amitié est pour moi, le plus beau cadeau du ciel,
Cette expression ne saurait traduire mon amour et mes sentiments les
plus chers que j'ai pour vous.*





Au DR. O. Ait Sahel
Médecin résident en médecine nucléaire,
Pour votre aide dans l'élaboration de ce travail,
votre patience, votre disponibilité, votre gentillesse et votre modestie
exemplaire, je vous prie d'accepter
le témoignage de mes remerciements.

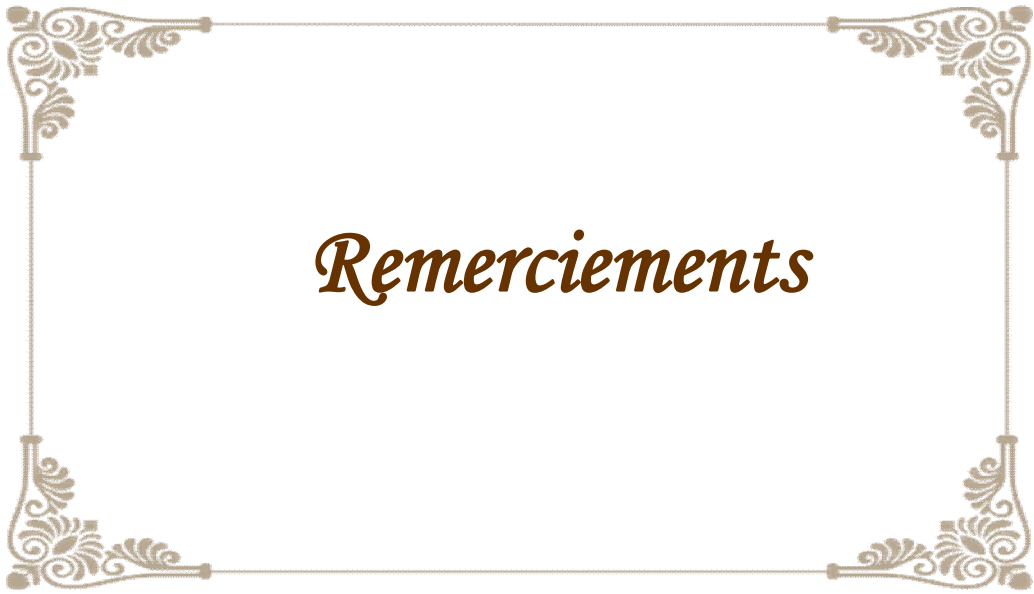
A tous mes maîtres de l'enseignement primaire,
de l'enseignement secondaire, et de l'enseignement supérieur,
En témoignage de mon affection et respect.

A tous mes collègues, avec qui j'ai eu le plaisir de travailler.

A tout le personnel de l'hôpital Militaire Mohammed V
(Service médecine nucléaire), Hôpital Avicenne et
Hôpital Moulay Youssef de Rabat.

A tous ceux qui ont participé de loin où
de près à la réalisation de ce travail.
Et à tous ceux que j'ai omis de citer.





Remerciements



*A mon maître et président de thèse
Mr le professeur S.E. ALKANDRY
Professeur de chirurgie générale*

*Qui m'as fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.
J'ai eu le privilège de profiter de votre enseignement, et j'espère
être digne de votre confiance.
Que ces lignes puissent témoigner de mon grand respect, ma très
haute considération et ma profonde reconnaissance.*





*A mon maître et Rapporteur de thèse
Monsieur le professeur A.DOUDOUH
Professeur de biophysique*

*J'ai eu le privilège de travailler
parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs.
Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir
m'ont énormément marqués.*

*Veillez trouver ici l'expression de ma respectueuse considération et
ma profonde admiration pour toutes
vos qualités scientifiques et humaines.*

*Ce travail est pour moi l'occasion de vous témoigner
ma profonde gratitude.*





*A mon maître et juge de thèse
Monsieur le professeur R. MSSROURI
Professeur de chirurgie générale*

J'ai été touchée par la bienveillance et la cordialité de votre accueil.

*Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites
en acceptant de juger mon travail.*

C'est pour moi l'occasion de vous témoigner estime et respect.





*A mon maître et juge de thèse
Monsieur le professeur A. BIYI
Professeur de biophysique*

*Je vous remercie vivement de l'honneur
que vous me faites en acceptant de siéger parmi le jury de ma thèse.
Je suis très reconnaissante de la spontanéité avec laquelle vous avez
accepté de juger mon travail.*

*Veillez croire, cher maître, à l'assurance
de mon respect et ma considération.*





*A mon maître et juge de thèse
Monsieur le professeur M.El MARIJANY
Professeur Agrégé de Radiothérapie*

Je suis très honorée de vous avoir parmi ce jury de thèse.

*Puisse ce travail témoigner de ma reconnaissance
et de l'estime que je porte à votre personne.*

Veillez croire à mes sincères remerciements.



SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PARTIE THEORIQUE	4
a-Présentation de l'appareillage :	5
b-Description de l'appareil PET-CT :	5
c-Fonctionnement du PET-CT :	6
d-Radio pharmaceutiques :	9
1-Préparation du patient :	16
2-Installation du patient:	17
1. Traitement et fusionnement des images:	19
2. Correction d'atténuation :	21
3. Correction de la diffusion :	21
4. Correction de mouvement :	21
5. Surrogate input curves :	22
6. Correction du volume partiel :	22
7. Images bi ou tridimensionnelles :	23
1. Précautions:	25
2. Faux négatifs et faux positifs:	25
1. Neurologie :	27
a. La maladie d'Alzheimer :	27
b- La maladie de Parkinson :	30
2-Cardiologie :	33
3-Oncologie :	33

a. Mécanismes de fixation du 18-FDG sur la cellule tumorale :	33
b. Standards, options et recommandations :	34
b-1) Standards :	34
b-2- Options :	36
b-3) Recommandations :	37
C-Résultats :	41
CANCER COLORECTAL	42
1-INTRODUCTION	42
2-RAPPEL ANATOMIQUE	42
3-EPIDEMIOLOGIE :	44
4-FACTEURS DE RISQUE DU CANCER COLORECTAL :	46
5-ANATOMOPATHOLOGIE :	47
6-STRATEGIE DE PRISE EN CHARGE	49
a. Les moyens de diagnostic :	49
a-1-Clinique :	49
a-2-Paraclinique	49
a-2-1 -Rectoscopie et rectosigmoidoscopie:	49
a-2-2- Colonoscopie :	49
a-2-3-Biopsies :	49
a-2-4-Lavement baryté :	50
a-2-5-Urographie intraveineuse UIV	50
a-2-6-Cystoscopie :	50
a-2-7- Echographie endoréctale (EER) :	50
a-2-8-Echographie abdominale :	50
a-2-9-Radiographie pulmonaire :	51

a-2-10-Tomodensitométrie pelvienne :	51
a-2-11-Imagerie par résonance magnétique IRM	51
a-2-12-Scintigraphie osseuse	51
a-2-13- Bilan biologique	51
b. Les procédures	56
b-1-Algorithmes de prise en charge :	56
b- 1-1- Cancer colique :	60
b-1-2- Cancer rectal	64
b-2/Traitement chirurgical	68
b-2-1-Chirurgie curative de cancer colique	68
b-2-1-1-Traitement chirurgical du cancer colique non compliqué :	68
b-2-1-2-Le traitement du cancer colique compliqué :	69
b-2-2-Traitement chirurgical du cancer du rectum : Indications des types d'exérèse :	70
b-2-3-Chirurgie palliative:	71
b-3/La radiothérapie :	72
b-4/La chimiothérapie :	72
b-4-1 Principales drogues de chimiothérapie utilisées.....	72
b-4-2 Indications :	74
PARTIE PRATIQUE	75
A/ PATIENTS, MATERIELS ET METHODES	76
1-Patients :	76
2-Méthodes :	76
B-RESULTATS :	78
a-Taux relatifs des cancers colorectaux dans la série:.....	78
b- L'âge :	78

c- Le sexe :	79
d- L'histologie :	79
e-Indications du TEP-FDG :	80
f- Données TEP-TDM et sites de métastatisation du cancer colorectal objectivés par TEP-FDG :	84
g-Résultats globaux en fonction de l'indication de la TEP :	88
h- Evaluation de l'intensité dans les sites fixants suspects par SUVmax :	92
C-DISCUSSION	96
1-Epidémiologie des cancers colorectaux :	96
2-Apport de l'ACE et de l'imagerie classique dans le CCR:	97
3-Introduction du TEP-FDG dans la prise en charge du CCR:	98
3-1-Lors du staging initial :	99
3-2-Dans le diagnostic de récives :	101
3-3-Evaluation de la réponse au traitement :	106
3-4-Limites, risques et coût de PET-Scan :	110
a. Limites et risques du TEP-FDG.....	110
b. Coût surajouté du TEP-FDG.....	112
4-Perspectives d'avenir :	113
CONCLUSION	118
RESUMES	121
ANNEXES	125
REFERENCES	131



Introduction

Le PET-CT ou PET-Scanner est une technique d'exploration médicale de pointe en médecine nucléaire. Relativement récente en termes d'utilisation pratique, il s'agit d'une technique d'imagerie fonctionnelle reflétant l'activité métabolique des tumeurs et des organes, souvent couplée au scanner X pour un meilleur repérage anatomique des anomalies de fixation.

Le premier PET a été mis au point par RANKOVITCH au début de la 6ème décennie du 20ème siècle [1].

Le PET-CT est doté de détecteurs très sensibles, capables de détecter de très faibles quantités de radioactivité incorporée à un vecteur traçant la distribution de la molécule porteuse dans l'organe cible et /ou dans l'organisme entier.

Les traceurs utilisés dans cette technique sont des émetteurs de positons. Le premier utilisé fut l'oxygène 15 puis survirent le carbone 11, l'azote 13 et le fluor 18. Ce dernier constitue l'isotope le plus utilisé actuellement sous forme d'analogie de glucose marqué par F-18 (FDG) [2].

Le 18-FDG est capable d'identifier de petits amas cellulaires très actifs avec la possibilité d'analyse du corps entier en un seul examen.

En pathologies néoplasiques, cette chaîne d'exploitation trouve sa place dans différentes variétés de cancers, en particulier dans le bilan d'extension et la prise en charge du cancer colorectal. Dans ce domaine, les examens morphologiques et biologiques disponibles se sont montrés peu contributifs dans le contrôle et la surveillance de ce cancer et sont parfois d'interprétation difficile.

Le PET-FDG est reconnu surtout pour améliorer la prise en charge des patients dans le bilan pré-métastatique et dans la surveillance en cas de suspicion de récurrence ou de progression des marqueurs tumoraux sans image évidente sur le bilan classique Tomodensitométrie.

Dans d'autres situations, il permet l'évaluation de l'efficacité thérapeutique.

L'objectif de notre travail concernant 62 dossiers de patients atteints de cancer colorectal colligés au service de médecine nucléaire de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat (HMIV), est de vérifier et confirmer :

- L'intérêt du TEP-FDG dans le bilan d'extension du cancer colorectal, en passant par l'identification des limites qui entravent l'interprétation et l'expansion de cette exploration
- De recenser des situations cliniques autres que standards où le FDG pourrait assurer une meilleure prise en charge de ce type de cancer.



Partie théorique

Tomographie par émission de positron au 18 Fluorodésoxyglucose (TEP-FDG) :

A/APPAREILLAGE ET RADIO PHARMACEUTIQUES

a-Présentation de l'appareillage :

Le terme PET signifie littéralement Position Emission Tomography ou Tomographie par Emission de Position (TEP). Le terme CT renvoie à Computed tomography, équivalent à tomodensitométrie en français ou encore, dans le langage médical courant, scanner à rayon X.

L'appareillage associe dans le même statif un module PET et un scanner X. Le scanner est ici associé au PET pour fournir des images de haute qualité anatomique, servant dans le repérage anatomique et même dans l'amélioration de la spécificité de l'exploration métabolique.

b-Description de l'appareil PET-CT :

Le PET-CT est composé d'un statif en double anneaux, grossièrement semblable à celui d'un scanner classique, ainsi que d'une table coulissante (**figure 1**). Un des anneaux, correspondant au module PET, est muni d'une batterie de détecteurs sensibles à l'énergie gamma de 511KeV, et l'autre anneau, correspondant au module scanner, est muni d'un tube à rayon X et de détecteurs correspondants.



Figure 1 : Stif d'un appareil PET-CT.

c-Fonctionnement du PET-CT :

Pour obtenir des images scintigraphiques, un produit radio pharmaceutique est injecté au patient. Ce radio pharmaceutique, marqué par des isotopes émetteurs de positons, sera absorbé par les cellules de l'organisme à différents degrés ; toutes n'ayant pas la même affinité au dit produit. Les positons émis lors de la désintégration des radio-isotopes subissent le processus d'annihilation lors de la rencontre avec des électrons dans le milieu. Ce processus génère deux photons gamma émis dans des sens antiparallèles et d'énergie égale à 511KeV chacun (**figure 2**). La détection simultanée de ces deux photons par deux détecteurs placés vis-à-vis, (détection en coïncidence), permet de localiser le lieu de survenue de l'annihilation et donc de la désintégration du marqueur.

Ainsi, l'obtention d'une image PET repose sur la mesure des projections de l'objet en utilisant le principe de la détection en coïncidence et sur la reconstruction tomoscintigraphique qui permet l'obtention de la distribution du traceur au niveau de l'organisme.

Les détecteurs PET sont des cristaux scintillants répartis en couronne autour du patient. Ils sont choisis en fonction de leur efficacité de détection des photons gamma de 511KeV.

Parmi ces détecteurs, le germanate de bismuth (BGO), l'orthosilicate de lutétium (LSO) et l'orthosilicate de gadolinium (GSO) sont les plus utilisés à l'heure actuelle.

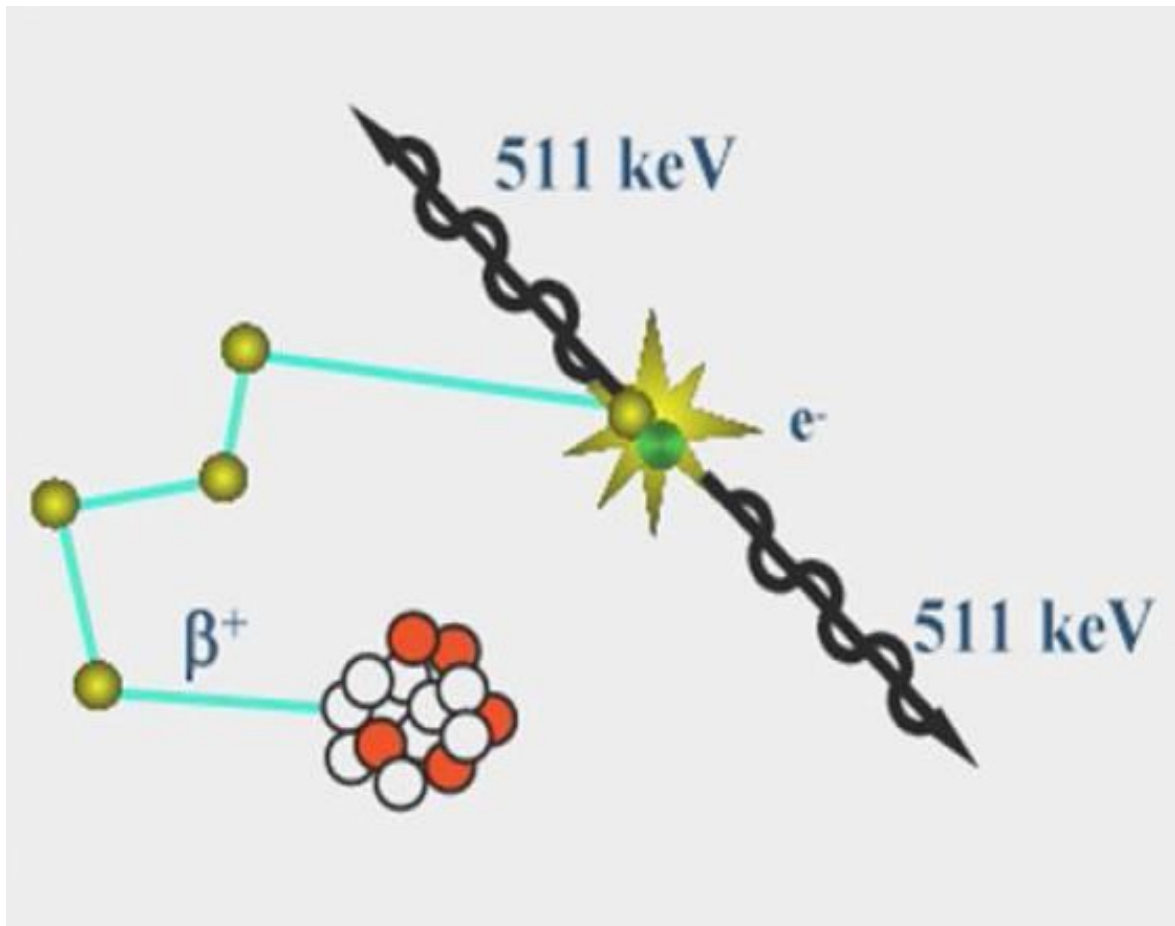


Figure 2 : Processus d'annihilation avec émission de photons de 511KeV.

D'un autre côté, les caméras PET actuelles sont équipées de systèmes informatiques capables de définir la répartition du traceur radioactif au niveau d'une partie ou de la totalité du corps, en double ou triple dimensions et reconstruisent les images avec différents modes de présentation.

En traversant les tissus, les photons gamma sont susceptibles de subir des atténuations, sources d'altération de la qualité des images. Dans ce contexte, le scanner X combiné au PET intervient pour la correction de l'atténuation de ces photons.

d-Radio pharmaceutiques :

Les radioéléments utilisés en imagerie PET-CT sont des isotopes à demi-vie physique très courte (tableau 1). A l'heure actuelle, il existe toute une variété de radionucléides émetteurs de positons mise à la disposition des médecins nucléaristes pour la réalisation de différents types d'examens PET-CT. Mais, le radio fluor 18 (^{18}F) demeure de loin le nucléide le plus utilisé dans le monde dans cette modalité d'imagerie ; il présente des caractéristiques physiques favorables :

- Demi-vie physique de 110 min, relativement longue pour la réalisation d'examen dans des centres à distance d'un cyclotron.
- Relative facilité de production et de manipulation.
- marquage de différentes molécules d'intérêt biologique.

Tableau 1 : les principaux isotopes émetteurs
de positons utilisés en médecine avec leurs demi-vies physiques.

Isotopes	Demi-vie physique
Carbone 11 (11c)	20 min
Azote 13 (13N)	10 min
Oxygène 15 (15O)	2 min
Fluor 18 (18F)	109 min
Rubidium 82 (82Rb)	1.27 min
Iode 124 (124I)	4.1 min

Ces radioéléments sont intégrés dans des substances vectrices assimilables par l'organisme comme l'eau, le glucose et l'ammoniac. L'ensemble vecteur couplé au radioélément est appelé radio traceur. Parmi les molécules radio marquées par le F18, on peut citer :

- Le fluorodésoxyglucose (FDG), largement utilisé dans l'étude du métabolisme glucidique en cancérologie.
- Le misonidazole (18F-MISO), récemment utilisé en imagerie de l'hypoxie cellulaire.
- La fluorodopamine (18F-DOPA), utilisée dans l'imagerie des tumeurs neuroendocrines.
- La fluorothymidine (18F-FLT), utilisée en imagerie de la prolifération cellulaire.
- Et finalement, le fluorure de sodium (FNa = fluorine) utilisée en imagerie ostéo-articulaire.

A côté du fluor 18 largement utilisé, le carbone 11 et l'oxygène 15 sont également utilisés dans le marquage respectivement de l'acétate et de l'eau.

Après son injection, le 18-FDG suit la voie métabolique du glucose : il pénètre en intracellulaire via les récepteurs GLUTT subit une première phosphorylation en 6 par l'enzyme hexokinase qui le transforme en FDG-6-phosphate. Ce dernier ne constitue pas un substrat pour la 2ème enzyme. Il se trouve ainsi en impasse métabolique, s'accumulant en intracellulaire sans possibilité de sortie vers le milieu extracellulaire (figure 3). La concentration du FDG-6-phosphate sera bien évidemment élevée au niveau d'amas cellulaires avides en substrats énergétiques (cellules en multiplication rapide, cellules inflammatoires activées,..), le glucose en particulier par rapport aux cellules normales.

Au niveau de l'organisme, le 18-FDG possède une affinité particulière pour le cerveau mais aussi à un degré plus bas, pour le muscle cardiaque et le tube digestif. Les reins et la vessie apparaissent comme des organes de concentration du 18-FDG, tout simplement parce qu'ils représentent les organes d'excrétion et d'élimination de ce radio traceur (Figure 4). Les cellules cancéreuses, grandes consommatrices de glucose, concentrent plus ou moins intensément ce radio traceur en fonction de leur degré d'agressivité et de différenciation : plus les cellules cancéreuses sont agressives, plus elles capteront le 18-FDG.

Cette concentration importante de FDG au sein de ces cellules est favorisée d'une part, par la surexpression des récepteurs GLUT1 et GLUT4 et d'autre part, par l'augmentation de l'activité hexokinase et l'inhibition de la voie oxydative. Le glucose marqué est ainsi piégé à l'intérieur de la cellule et détecté sous forme de foyer ou de masse hyper métabolique, facilement situé par la TDM par rapport aux structures voisines.

En effet, dès 1930, WAR BURG démontrait l'existence d'un hyper métabolisme glucidique au niveau des cellules néoplasiques comparées aux cellules normales [3, 4]. Une fois à l'intérieur de la cellule, le ^{18}F -FDG est phosphorylé en 2-FDG-6 phosphate par l'hexokinase, mais il ne peut pas suivre la voie métabolique de la glycolyse, il reste bloqué à cette étape et piégé dans la cellule, permettant la visualisation des tissus consommateurs de glucose, en particulier les tissus tumoraux, inflammatoire, et infectieux [5, 6].

L'analyse des images est surtout visuelle (qualitative), mais il est possible de quantifier l'intensité de la fixation du traceur par une méthode semi quantitative utilisant comme index le STANDARD UPTAKE Value (SUV) (15). Cet index est basé sur la mesure relative de la radioactivité de la lésion après normalisations par la dose injectée et le poids du patient. Lorsqu'il est rapporté au poids du patient on pourra le trouver sous la forme : SUVbw [5,7].

Quantification de la fixation du FDG

Calcul de SUV = STANDARD UPTAKE VALUE

$$\text{SUV} = \frac{\text{fixation (K Bq/ml)}}{\text{Activité (Bq) * volume (ml)}}$$

Dans notre pratique, nous utilisons le SUV max qui correspond à la valeur du pixel le plus intense dans le volume considéré.

De nombreux paramètres peuvent faire varier la valeur du SUV ; on cite en particulier la dose injecté, le délai entre l'injection et l'acquisition des images, et la glycémie au moment de l'injection. Cependant, bien que cet index ne s'avère pas très performant pour apprécier le caractère pathologique de l'intensité, il permet l'évaluation des variations de taux de fixation à des examens successifs lors de la surveillance, ce qui constitue son intérêt majeur.

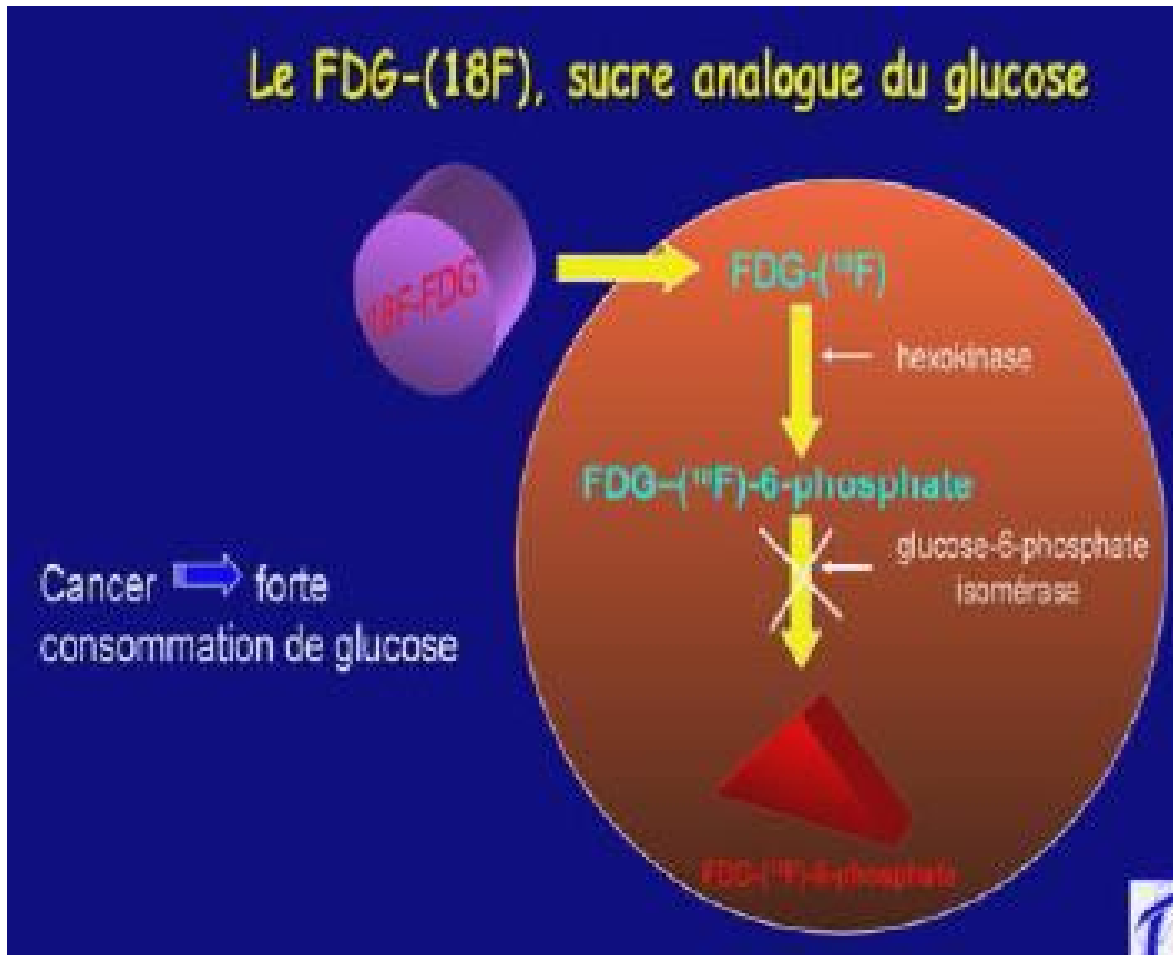


Figure 3: Devenir du 18F-FDG à l'intérieur de la cellule : impasse métabolique après phosphorylation du FDG par l'hexokinase



Figure 4 : PET du corps entier (tête à mi-cuisses) montrant la fixation physiologique du FDG au niveau du cerveau, cœur, vessie et à moindre degré tractus digestif. Foyer cervical montrant une concentration anormale de FDG, de repérage anatomique précis difficile sur la seule image PET.

L'hyper métabolisme peut aussi s'observer dans des états infectieux ou inflammatoires, sources de faux positifs, auxquels il faut accorder une attention particulière lors de l'interprétation des images.

De toutes ces propriétés, découle les principales applications du PET-CT mais aussi, bien entendu, les limites de cette technique. Cependant, une des principales contraintes demeure la production du 18-fluorodésoxyglucose. Cela nécessite la présence sur place le plus souvent d'un appareil appelé cyclotron (Annexe I).

B-DEROULEMENT DE L'EXAMEN:

1-Préparation du patient :

L'examen PET-CT est indolore et il n'y a pas d'allergie connue à ce radio traceur mais certaines précautions indispensables sont à vérifier et à respecter :

- D'abord, l'examen est contre indiqué chez la femme enceinte ; en cas de doute, il faut demander une Béta-HCG ;
- Le patient doit être à jeun pendant 6 à 12 heures avant l'examen avec possibilité de boire de l'eau uniquement ;
- Tout exercice physique est à éviter dans les 48 heures avant l'examen (pour éviter l'activation du métabolisme énergétique musculaire) ;
- Les patients hospitalisés ne doivent pas être perfusé par du sérum glucosé le, 12 heures avant l'examen ;
- La glycémie à jeun est vérifiée pour tous les patients ; elle doit être, au mieux, inférieure à 1.14 g/l. Des taux élevés, pouvant atteindre 1,80g/l, sont parfois acceptés chez des patients connus diabétiques ;
- L'examen n'est pas contre indiqué chez la femme allaitante. Il est simplement préconisé d'interrompre l'allaitement pendant les 6 à 8 heures qui suivent l'examen ;
- La durée totale de l'examen est de 2h30 à 3H00.
- En quittant le service, le patient reste faiblement irradiant, pouvant reprendre son activité normale sans restriction. Cependant, il est vivement conseillé au patient d'éviter le contact avec les enfants en bas âge et les femmes enceintes jusqu'au soir (environ 6 à 12 heures après l'examen).

2-Installation du patient:

Le patient est installé au service de médecine nucléaire dans une pièce calme et sombre, sans stimuli extérieur en particulier pas de musique, pas de lecture, pas d'écran TV. La vérification de la glycémie capillaire est obligatoire pour chaque patient. Tout objet métallique doit être retiré. Parfois, dans certains cas particuliers, une prémédication est préconisée, notamment l'administration de benzodiazépines et de myorelaxants (patients claustrophobes, tendus,...).

Une fois que le patient est bien au repos et calme, la dose de 3,5 à 5 MBq/kg de FDG est injectée dans une veine souvent du membre supérieur, suivie d'une attente de 60min +/- 15 minutes, nécessaire à la fixation du FDG au niveau du corps. Avant la montée sur la table d'examen, un passage aux toilettes (réservées à l'élimination et la gestion des urines radioactives) pour vider la vessie est obligatoire afin de permettre une étude plus aisée du métabolisme glucidique pelvien. Le patient, installé sur une table coulissante, bras le long du

Corps ou au-dessus de la tête selon la zone cible, subit un déplacement de sorte qu'une partie seulement du corps soit à l'intérieur du statif (Figure 5). La durée de l'examen sur table est d'environ 20 à 30 minutes selon les machines et le nombre de pas choisi. Une fois l'examen terminé, il est recommandé au patient de boire fréquemment et d'uriner afin d'éliminer le maximum de radioactivité fixée au niveau de l'organisme. Il quittera le service sur avis et autorisation du médecin nucléaire responsable.



Figure 5 : Mise en place du patient injecté par FDG sur table d'examen.

C-TECHNIQUES D'ACQUISITION DES IMAGES:

1. Traitement et fusionnement des images:

Pendant l'examen, la table coulissante se déplace à plusieurs reprises : d'abord pour réaliser un scanner puis de manière séquentielle pour l'acquisition des images scintigraphiques.

Il existe 3 méthodes de corrélation des deux images :

- ✓ La corrélation visuelle : permet de mettre côte à côte les deux clichés transversaux du scanner et du PET et de les comparer à la vue. Le problème se pose au niveau des régions où les repères anatomiques sur le PET sont difficilement déterminés à l'image, comme dans le cas du cou et de l'abdomen avec, en outre, une grande possibilité de changement de position des différents organes. Cette technique est actuellement abandonnée.
- ✓ La corrélation informatique : est faite à l'aide d'un logiciel spécialisé pour les deux images anatomique et fonctionnelle. Mais, elle pose la même limitation que la précédente.
- ✓ La corrélation informatique simultanée : est de loin la plus utilisée. Elle consiste en la prise quasi simultanée des deux clichés puis leur fusion par ordinateur. Les images peuvent être présentées en mode axial transverse, frontal ou sagittal, coupe par coupe, avec sur une même planche la coupe TEP, la coupe Scanner et la coupe fusionnée.

En pratique, les données doivent être prétraitées pour la correction d'évènements aléatoires, l'estimation et la soustraction des photons dispersés, le temps réfractaire des détecteurs ainsi que la correction du seuil de sensibilité des détecteurs.

L'algorithme «*filtered back projection*» est fréquemment utilisé pour reconstruire ces images. Il est simple et ne nécessite pas de grandes ressources informatiques. Mais, les bruits de fond dans les données brutes sont très importants dans les images reconstruites. De même, des stries en travers des images ont tendance à se former dans les zones de haute absorption du traceur.

En revanche, le «*filtered back projection*» corrige les évènements aléatoires associés aux images brutes du PET et donc de sauter l'étape de prétraitement susmentionnée.

L'algorithme «*d'espérance maximisation*» est aussi la méthode la plus utilisée pour la reconstruction. Il s'agit d'une méthode itérative destinée à trouver la vraisemblance maximum des paramètres d'un modèle statistique dans le cas où les équations ne peuvent être résolues directement. Il calcule donc une estimation de la probabilité de distribution des évènements d'annihilation menant aux évènements acquis, basée sur des principes statistiques. Son avantage réside en une meilleure atténuation des bruits de fond et des stries, mais il présente l'inconvénient de la nécessité de ressources informatiques importantes.

2. Correction d'atténuation :

L'atténuation se produit quand les photons émis par le radio traceur dans le corps sont absorbés par les tissus se situant entre le détecteur et le point d'émission. Les photons doivent traverser différentes épaisseurs de tissu pour atteindre les détecteurs et sont donc atténués différemment. De ce fait, les structures profondes sont reconstruites comme ayant un faible taux d'absorption.

En outre, une déformation des contours réels d'une lésion peut subvenir donnant une image fusiforme si l'atténuation ne se fait pas dans la même direction.

L'utilisation d'une matrice de facteurs d'atténuation lors de l'acquisition des images de transmission (scanner) permet de contourner ces obstacles. On a donc une idée précise de la distribution des densités dans l'organisme, un alignement parfait des structures sans augmentation du temps d'acquisition des images.

3. Correction de la diffusion :

Lors de l'acquisition, il existe une portion non négligeable de photons dispersés: il convient donc de corriger cet état des faits. A ce jour, il n'existe pas de méthode unique ou parfaite pour corriger cette dispersion mais uniquement des méthodes approchantes, donnant néanmoins d'excellents résultats.

4. Correction de mouvement :

Parfois, des lésions suspectes se trouvent dans ou à proximité d'une zone très mobile (cas du poumon avec ses mouvements respiratoires). Dans ce cas, la surface suspecte est surestimée incluant toutes les zones parcourues par la dite lésion. De même, la densité de fixation du traceur est sous-estimée vu que la surface est surestimée. Dans le cadre de l'appareil respiratoire, des techniques de synchronisation de l'acquisition et du mouvement respiratoire voient le jour

5. Surrogate input curves :

Pour avoir une idée précise des processus métaboliques, il faut avoir une idée de la quantité de traceur fourni en un laps de temps donné à un organe cible afin de réaliser une courbe appelée «input artériel». Pour ce faire, on mesure l'activité artérielle au niveau des gros vaisseaux notamment thoraciques et abdominaux permettant d'obtenir les courbes appelées Surrogate input curves.

Cependant, les contours des vaisseaux sont difficilement appréciables au PET seul d'où la corrélation avec le scanner qui donne une image précise des vaisseaux, donc une bonne quantification du volume.

6. Correction du volume partiel :

L'effet de volume partiel découle de la résolution spatiale limitée des PETCT produisant ainsi un étalement du signal obtenu. De ce fait, un point sera traduit comme une tache. L'étalement entraîne une sous-estimation de la concentration en traceur d'une lésion donnée. En ayant une idée du volume réel des lésions, on peut dès lors corriger cet effet de volume partiel et ainsi donc avoir une idée précise de la distribution de densité dans le corps.

Cette correction est d'autant plus importante qu'elle a un impact décisif sur le suivi thérapeutique; une diminution de la fixation pouvant traduire soit une diminution de taille de la lésion soit une diminution de métabolisme.

7. Images bi ou tridimensionnelles :

Les premiers PET-CT avaient un seul détecteur ce qui ne permettait d'obtenir que des images transversales planes. Les scanners modernes possèdent plusieurs anneaux formant un cylindre de détecteur. Il y a deux approches pour reconstruire les images de ces scanners :

- 1) Traiter chaque anneau comme une entité unique : de ce fait, seuls les évènements dans un même anneau sont détectés ; l'image étant reconstruite individuellement (image bi dimensionnelle).
- 2) Détecter les évènements entre les anneaux : autant que dans un même anneau, puis tout reconstruire en même temps en entité unique (image tri dimensionnelle).

Les techniques en 3D ont une plus grande sensibilité (grâce à un taux élevé de détection) et donc moins de bruit de fond. Mais elles ne sont pas très performantes pour la limitation des phénomènes de dispersion ainsi que des évènements aléatoires et nécessitent, de plus, d'importantes ressources informatiques.

Le glucose, étant utilisé naturellement par l'organisme et ayant une prédilection pour certains organes, la mise en place d'un seuil est effectuée par l'opérateur pour ne laisser transparaître que les lésions significatives (exclure au maximum les zones de fixations naturelles). Cette opération est opérateur et expérience dépendante.

D. INTERPRÉTATION DES RESULTATS :

L'interprétation des images est bien évidemment basée sur l'intensité de la fixation du traceur par l'organisme et dans le cadre du 18-FDG, l'intensité du métabolisme glucidique.

✓ Images normales :

Les zones de fixation naturelle sont le cerveau, le myocarde, les muscles striés du squelette, les reins, les uretères ainsi que la vessie. De manière moins intense, on note une fixation hépatique, au niveau de la moelle osseuse (après une chimiothérapie par exemple) et au niveau de la thyroïde, la langue, le larynx et le tube digestif (figure 6).

✓ Images pathologiques :

Tout organe ou foyer de concentration du traceur, autre que physiologique ou autre facteur, sera considéré comme pathologique. Le problème réside dans la distinction entre anomalie bénigne vs maligne.

Ici, l'expérience de l'isotopiste, aidé par les index quantitatifs et primordiale :

Une valeur inférieure de SUV inférieure à 2 est en faveur de la bénignité. La valeur minimale suspecte correspond à 2,5 pour les nodules pulmonaires, 4,4 pour les masses médiastinales et 5 pour les récidives.

Cependant, dans de nombreux cas, la frontière entre bénignité et malignité reste floue amplifiée les différences morphologiques entre patients: par exemple, dans le cadre de l'obésité, il y a un risque de surestimation des valeurs SUV

1. Précautions:

A prendre avant réalisation de l'examen et lors de l'interprétation.

- Antécédents du patient : traumatiques, infectieuses, inflammatoires
- Vérification de la glycémie a jeun
- Un intervalle de temps après certaines thérapeutiques est nécessaire avant de réaliser un PET-CT : Chimiothérapie = 3 semaines, Radiothérapie = 4 mois, Chirurgie = 2 mois et injection de facteurs de croissance = 10 jours.
- Les thérapeutiques a signalées corticothérapie, prise d'anticoagulant, injections intramusculaires et sous cutanées, antibiotiques

2. Faux négatifs et faux positifs:

Parmi les limites de l'examen, on peut citer différents éléments pouvant amener à des faux négatifs et des faux positifs.

- Les faux négatifs sont le plus souvent dus à:
 - Un diabète ou une hyperglycémie au moment de l'injection.
 - Une lésion proche des zones de fixation naturelle notamment le cerveau, le cœur, les reins et la vessie.
 - La nature de certaines lésions qui n'ont pas d'affinité pour le traceur comme les tumeurs mucineuses et le carcinome broncho-alvéolaire.
- Les faux positifs sont, quant à eux, liés à:
 - Une inflammation sous-jacente.
 - Une infection évolutive.
 - Une activité physique avant l'examen.

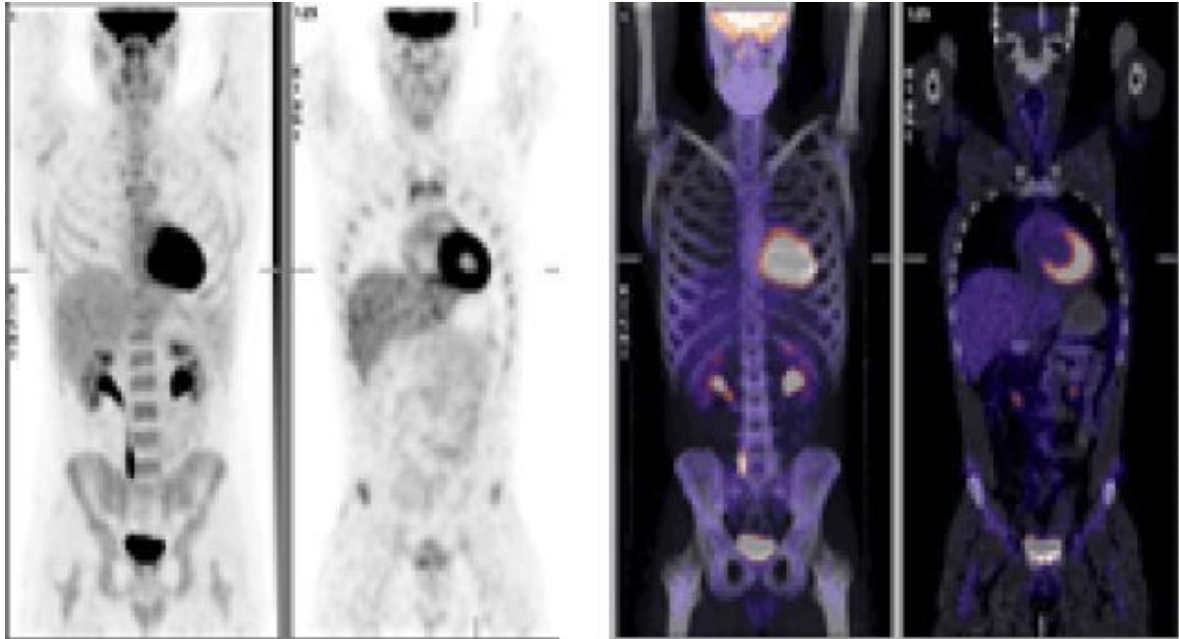


Figure 6 : Images du corps entier en imagerie PET-CT (2 images du PET à gauche, et 2 images de fusion PET et scanner à droite), montrant les zones de fixations physiologiques du FDG (cerveau, myocarde, reins, uretères et vessie).

E- APPLICATIONS DU PET-CT AU 18-FDG :

A la base, le PET-CT était surtout utilisé en neurologie mais depuis, les indications se sont élargies notamment en cardiologie et surtout en cancérologie.

1. Neurologie :

Dans cette spécialité, le PET-CT est à la fois un outil médical et de recherche. Son utilisation est basée ici sur la corrélation entre activité des neurones et mesure de la radioactivité. Deux indications sont reconnues à l'heure actuelle

a. La maladie d'Alzheimer :

Le PET-CT est utilisé dans le diagnostic précoce de la maladie l'Alzheimer, mais il est encore utilisé dans d'autres états démentiels.

La maladie d'Alzheimer est une maladie neurodégénérative du tissu cérébral d'évolution progressive vers l'aggravation provoquant une altération intellectuelle irréversible. Cette maladie est due à la dégénérescence neurofibrillaire et à la présence des plaques amyloïdes. (figure 7).

Le PET-Scan montre la présence de zones actives (rouges) correspondant aux plaques chargées de glucose . Il est aussi utilisé pour localiser les foyers de crise pendant la phase inter critique d'une crise épileptique (lésions hypo métaboliques, figure 8)

En neuropsychiatrie, l'utilisation de radio-traceurs spécifiques de certains neurorécepteurs est en cours de recherche. Cela permettrait d'étudier des mécanismes spécifiques de l'activité cérébrale.

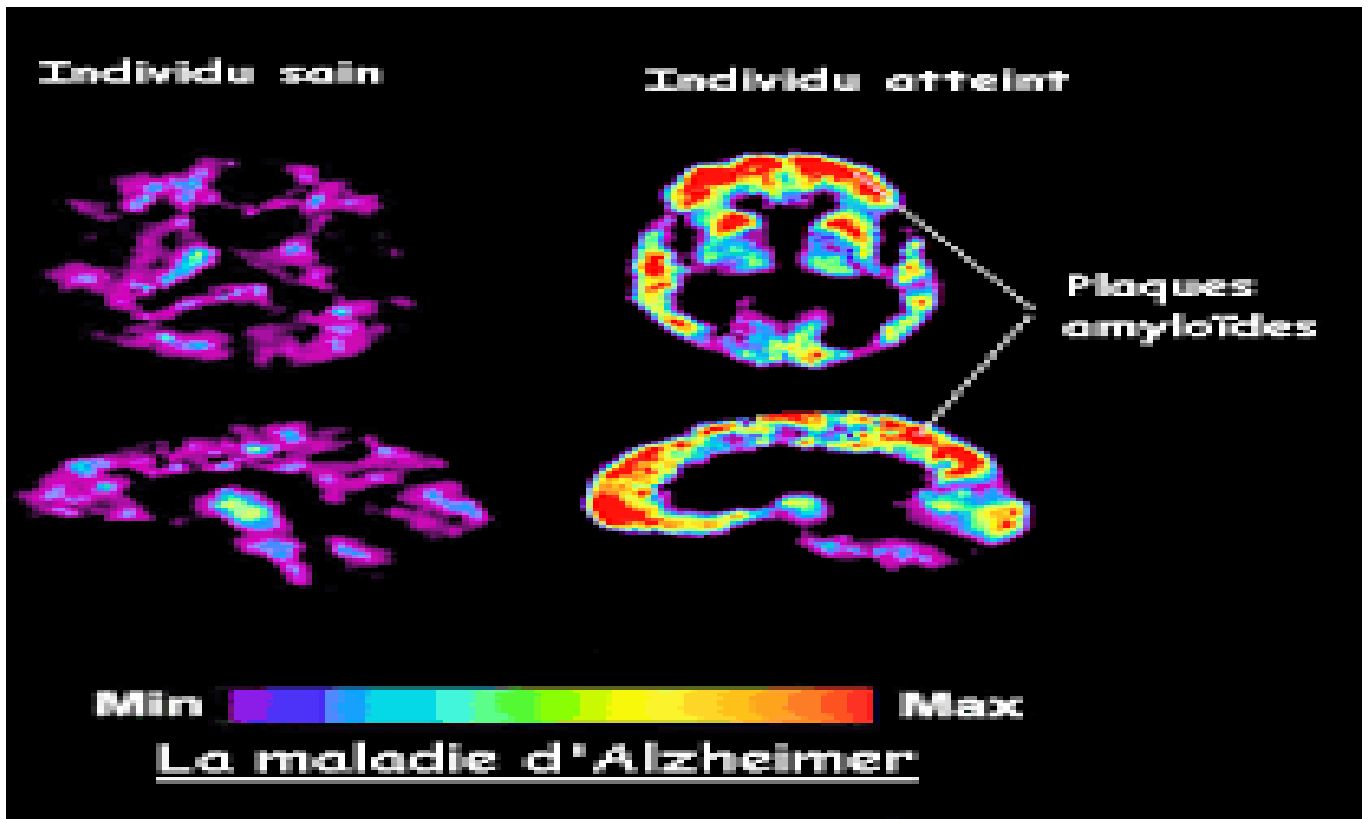


Figure 7 : plaques amyloïdes visibles sous forme de foyers lors d'une maladie d'Alzheimer

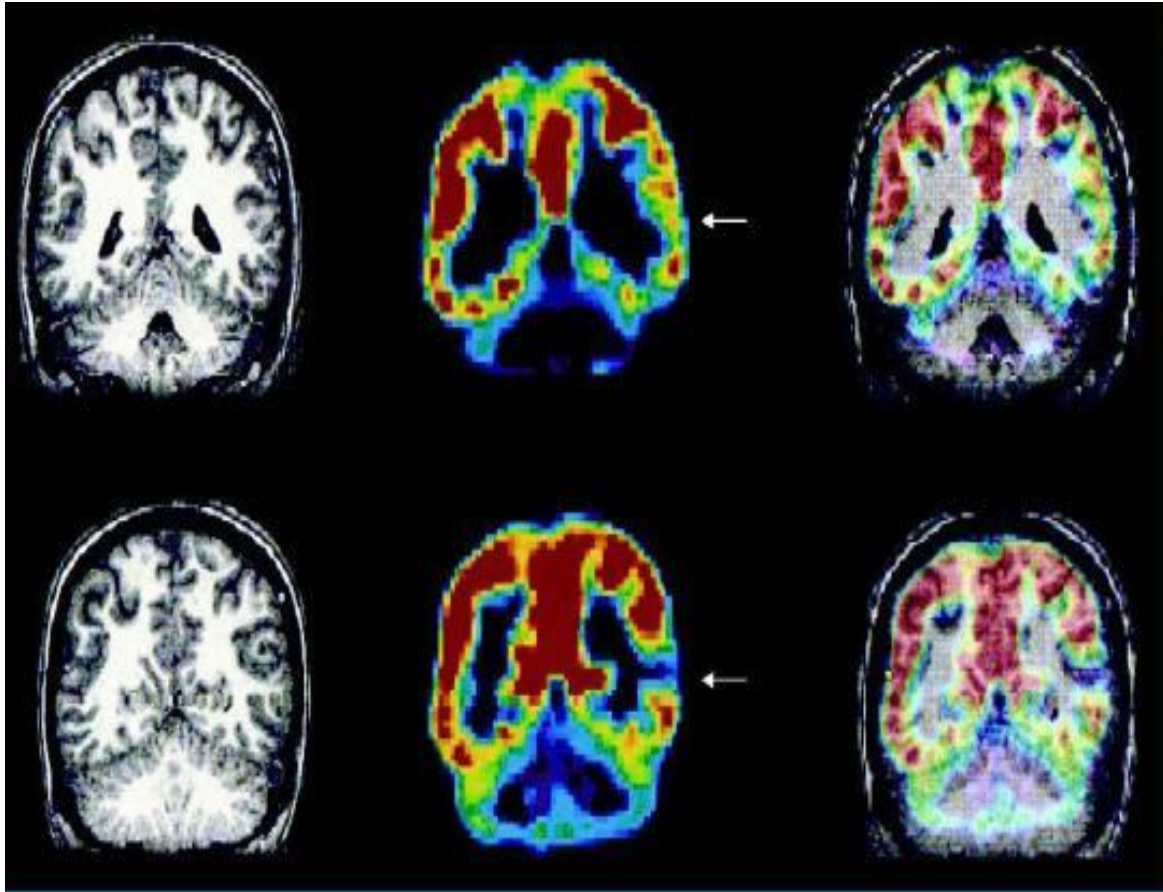


Figure 8 : Bilan d'une épilepsie partielle : IRM normale (à gauche) hypométabolisme focal en PET-FDG (au milieu), IRM normale et image de fusion PETIRM (à droite).

b- La maladie de Parkinson :

La maladie de Parkinson est une maladie dite neurodégénérative d'origine inconnue atteignant les neurones responsables des mouvements du corps. Les symptômes visibles au début de la maladie sont le tremblement d'une main, la difficulté d'écrire, la réduction de l'activité... Puis, lorsque la maladie est installée, les symptômes principaux sont l'akinésie (lenteur des mouvements), l'hypertonie (rigidité) et le tremblement. La maladie de Parkinson atteint, en général, les hommes de plus de 50 ans.

Le PET-Scan représente un outil important permettant d'évaluer cette maladie causant la destruction de cellules cérébrales chargées de la production de dopamine (substance intervenant dans le contrôle des mouvements). L'injection du ¹⁸F-DOPA (Fluor 18) chimiquement proche de la dopamine, permet, une fois la substance entièrement absorbée par le corps du patient, d'évaluer des changements du système dopaminergique.

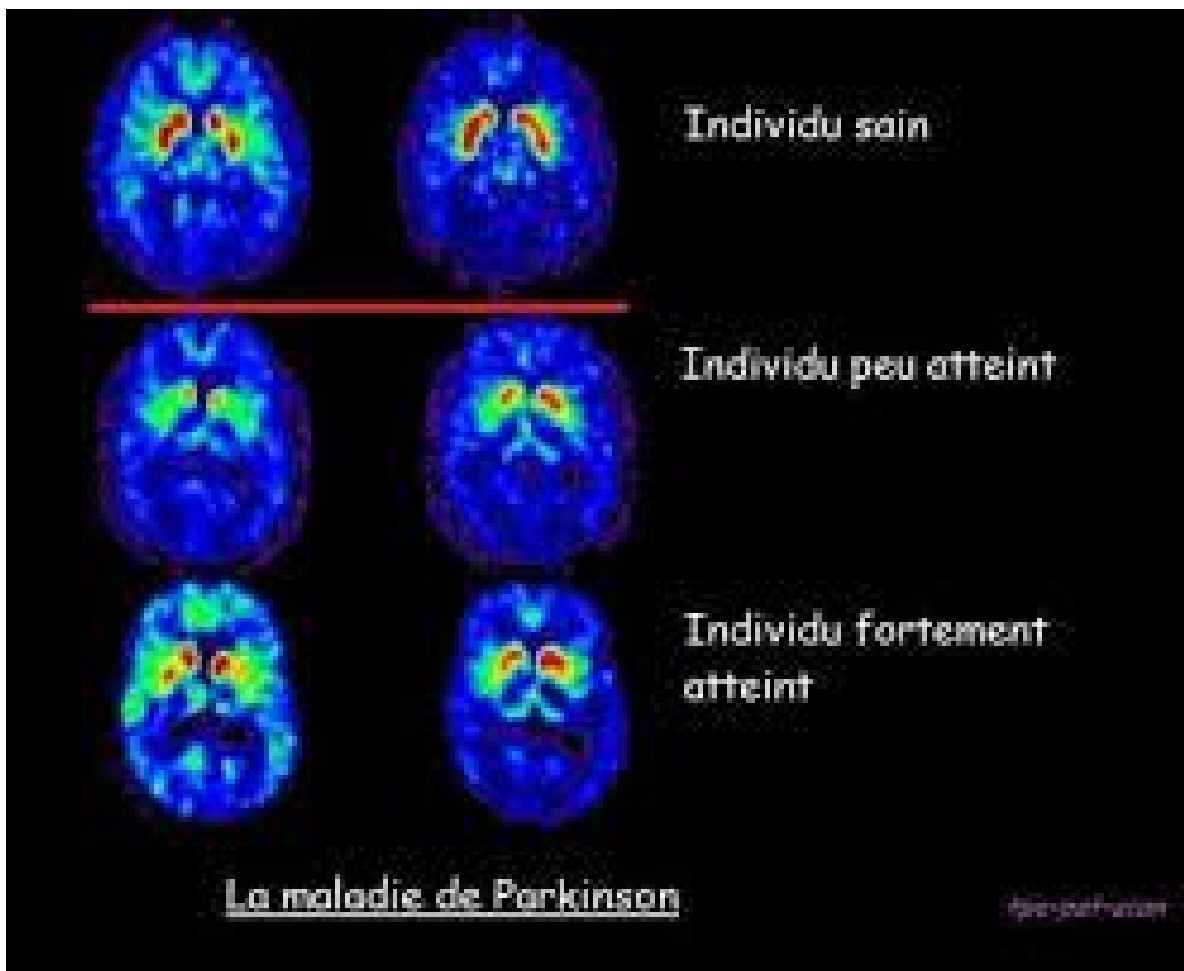
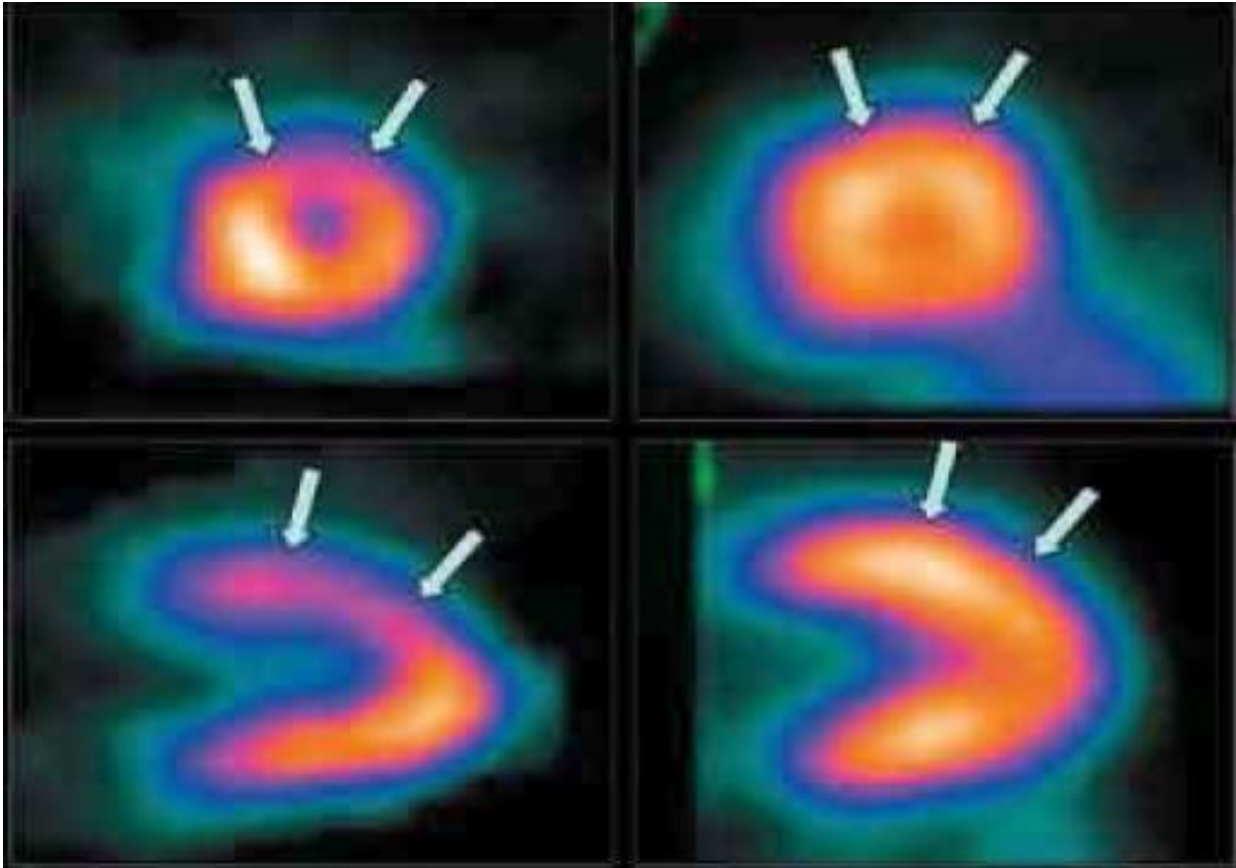


Figure 9 : Traduction de la maladie de PARKINSON (coupes du bas) par rapport aux images du sujet sain (coupes du haut).



IGURE 10 : A gauche (coupes a et b) , images scintigraphiques au MIBI-Tc99m suggérant une hypo perfusion myocardique antérieure. A droite (coupes c et d), les mêmes coupes d'images au PET-FDG révélant une perfusion normale.

2-Cardiologie :

La principale indication en cardiologie reste l'étude de la viabilité du muscle cardiaque post infarctus. En effet, une diminution du métabolisme au fluorodésoxyglucose objective un myocarde non viable ou hibernant. Par contre, un métabolisme normal confirme la viabilité et laisse entrevoir des possibilités d'amélioration de la fonction cardiaque après rétablissement du flux (figure 10).

D'autres traceurs, à savoir le rubidium-82, peuvent trouver ici leur intérêt. En effet, étant un analogue du potassium, il permettrait d'étudier de manière plus précise, la perfusion myocardique par rapport à la scintigraphie de perfusion classique. Il permet aussi d'entrevoir une possibilité de couplage du PET-CT et de l'angioscanner.

3-Oncologie :

Ce domaine constitue de loin le domaine le plus intéressé par l'utilisation du PET-CT. Les applications cliniques se sont élargies depuis les premières utilisations aux années 90. Elles sont classées et à chaque fois réactualisées, en fonction des données des études cliniques et précisées dans des standards, options et recommandations (SOR).

a. Mécanismes de fixation du 18-FDG sur la cellule tumorale :

Le fluorodésoxyglucose étant un analogue du glucose, il est de ce fait fixé préférentiellement par les cellules cancéreuses. En effet, ces cellules qui ont un hyper métabolisme glucidique, présentent une onco-activation du gène du GLUT-1 qui entraîne une hyper production de l'ARNm codant pour ce transporteur. Une fois à l'intérieur de la cellule cancéreuse, le produit métabolisé

en 18-FDG-6-phosphate par l'hexokinase sera rapidement reconnu par l'enzyme suivante comme un faux glucose; de ce fait, il va s'accumuler dans la cellule sans pouvoir subir les étapes suivantes de la glycolyse ni sortir de la cellule. Les atomes de F-18 fixé sur FDG se désintègrent en émettant des positons (e^+) qui subissent à leur tour le phénomène d'annihilation avec un électron du milieu (e^-), produisant deux photons gamma de 511KeV, partant dans des directions opposées et permettant leur détection par des détecteurs placés à 180° l'un par rapport à l'autre autour du site d'annihilation.

b. Standards, options et recommandations :

Il s'agit d'un programme destiné à la définition des indications pour la pratique clinique en oncologie. Ils ont pour but d'améliorer la prise en charge des patients porteurs de cancer, en mettant à disposition des praticiens une aide décisionnelle. Les standards (S) regroupent les situations où l'apport du TEP pour la prise en charge des patients a été jugé essentiel à l'unanimité par les experts. Les options et recommandations (OR) représentent les situations où cet apport a été jugé important par la majorité. En ce sens, nous présentons ici un résumé succinct des SOR établies par différentes instances scientifiques [8, 9, 10].

b-1) Standards :

Colorectal :

Diagnostic des récurrences en cas d'augmentation de l'antigène carcino-embryonnaire ainsi que le bilan pré opératoire des récurrences locales et des métastases opérables.

ORL : bilan d'extension des cancers des voies aérodigestives supérieures non traités et diagnostic des récidives.

Thyroïde : recherche de maladie résiduelle ou de récurrence si les examens radiologiques et isotopiques classiques sont insuffisants avec des taux de thyroglobuline élevés supérieurs à 20ng/ml pour les carcinomes différenciés.

Œsophage : bilan pré thérapeutique de l'extension ganglionnaire et métastatique en complément de l'écho endoscopie et du scanner.

Poumons et bronches :

Diagnostic de malignité d'un nodule pulmonaire isolé de plus d'un cm sans critères définitifs de bénignité en imagerie (figure 11 et 12), le bilan d'extension des cancers broncho-pulmonaires non à petites cellules (CPNPC) non métastatiques à distance (Figure 11).

Col utérin : Bilan d'extension initial pour Tm SUP I b.

Lymphomes : bilan d'extension initial et de fin de traitement en complément des autres examens d'imagerie, diagnostic de maladie résiduelle, évaluation précoce de la réponse au traitement dans les lymphomes Hodgkiniens et non Hodgkiniens avides de FDG.

Seins : bilan d'extension locorégionale et métastatique de tumeurs invasives, diagnostic de récurrence sur élévation isolée de marqueurs tumoraux.

Mélanome : bilan d'extension initial d'un patient à risque métastatique élevé et bilan d'opérabilité d'une métastase présumée unique.

Foie : bilan d'extension des carcinomes hépato cellulaires.

Sarcome : diagnostic de récurrence et guide des biopsies.

Rein : diagnostic de récurrence locale ou de métastase à distance en cas de point d'appel.

Ovaire : diagnostic de récurrence locale ou de métastase d'un cancer de l'ovaire, bilan d'extension ganglionnaire d'un cancer du col.

Testicule : diagnostic de maladie résiduelle ou de récurrence en cas d'augmentation des taux des marqueurs tumoraux.

b-2- Options :

Évaluation précoce de la réponse au traitement

Pancréas : Diagnostic différentiel avec tumeurs bénignes et bilan d'extension si glycémie normale.

Foie : diagnostic différentiel des métastases hépatiques, du cholangiocarcinome et des tumeurs bénignes en cas de localisation hépatique isolée.

Tumeurs neuroendocrines : bilan d'extension si la scintigraphie au pentétréotide est normale.

ORL : diagnostic de malignité d'une tumeur lorsque la biopsie n'est pas contributive. Diagnostic d'une tumeur primitive en cas d'adénopathie métastatique cervicale ; évaluation de la réponse au traitement et diagnostic de masse résiduelle.

Thyroïde : bilan préopératoire en cas d'indication d'un ré-intervention pour récurrence ou résistance.

b-3) Recommandations :

Colorectal : Bilan préopératoire si doute diagnostic.

Sein : évaluation de la réponse après chimiothérapie néo adjuvante.

Mélanome cutané : diagnostic de récurrence lors du suivi.

Pancréas : diagnostic de malignité des tumeurs kystiques en complément du scanner.

Foie : diagnostic précoce de cholangiocarcinome en cas de cholangite sclérosante.

Myélome : bilan d'extension initial.

Rein : bilan d'extension des tumeurs primitives du rein.

Gynécologie : diagnostic de maladie résiduelle d'un cancer de l'endomètre et des récurrences.

Testicule : bilan d'extension et d'évaluation précoce de la réponse au traitement.

Vessie : Bilan d'extension à distance.

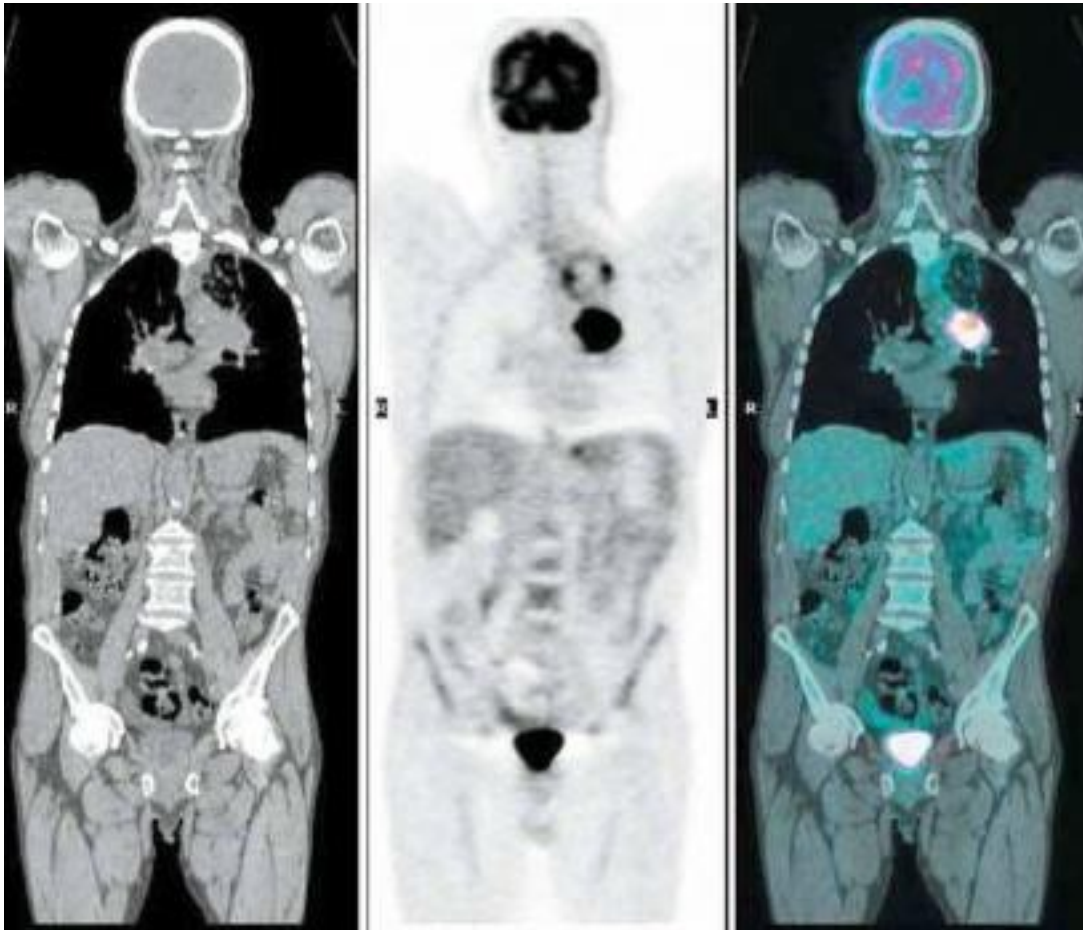


Figure 11 : Tumeur pulmonaire isolée : coupe coronale TDM à gauche, image TEP au milieu et image de fusion TEP-TDM à droite.



Figure 12 : Caractérisation d'un nodule pulmonaire gauche : confirmation du caractère suspect de malignité et découverte d'un 2ème foyer pulmonaire droit.



Figure 13: métastase surrénalienne gauche d'un ADK pulmonaire

C-RESULTATS :

Le PET-Scan constitue une excellente technique médicale de diagnostic et d'évaluation d'une multitude de néoplasies. Il est capable de visualiser en un seul examen :

- La lésion primitive ;
- Des lésions secondaires ;
- L'évaluer la réponse aux traitements et
- D'établissement d'un bilan de fin de traitement.

Il est capable de détecter des tumeurs de plus de 7 mm , de mesurer leur intensité de fixation, donc leur activités , et d'apporter un élément pronostiques supplémentaires aux autres moyens d'investigations , et de rectifier son stade.

Cependant le PET-Scan ne remplace pas les examens traditionnels d'imagerie, tel que scanner et l'IRM, Il permet de compléter par des informations sur les métabolismes tissulaires.

CANCER COLORECTAL

1-INTRODUCTION :

Le cancer colorectal est une prolifération cellulaire anarchique maligne se formant au niveau de la paroi colorectal, Son incidence a augmenté ces vingt dernières années, il est devenu l'un des cancers les plus fréquents dans le monde occidental, représentant ainsi un problème majeur de santé mondiale [10]. Il survient avec le maximum de fréquence au cours de la 5^{ème} et la 6^{ème} décennie Son traitement reste centré sur l'exérèse chirurgicale

2-RAPPEL ANATOMIQUE :

La limite anatomique entre côlon et rectum correspond à la troisième vertèbre sacrée. La limite actuellement admise entre les tumeurs coliques et rectales est située à 15 cm de la marge anale. Les tumeurs dont le pôle inférieur est au dessus de cette limite sont coliques ; celles dont le pôle inférieur est au dessous de cette limite, sont rectales.

Les tumeurs coliques peuvent siéger sur les différentes portions du côlon et peuvent être subdivisées en deux groupes sur le plan anatomo-chirurgical. Les tumeurs du côlon droit sous la dépendance du pédicule mésentérique supérieur, comprennent les cancers du cæcum, du côlon ascendant et des deux tiers droits du côlon transverse. Les tumeurs du côlon gauche, sous la dépendance du pédicule mésentérique inférieur, comprennent les cancers du tiers gauche du côlon transverse, du côlon descendant et du côlon sigmoïde. Le rectum peut être lui-même divisé en trois étages de 5 cm de hauteur avec des tumeurs rectales classées en trois groupes selon leur siège, (figure 14).

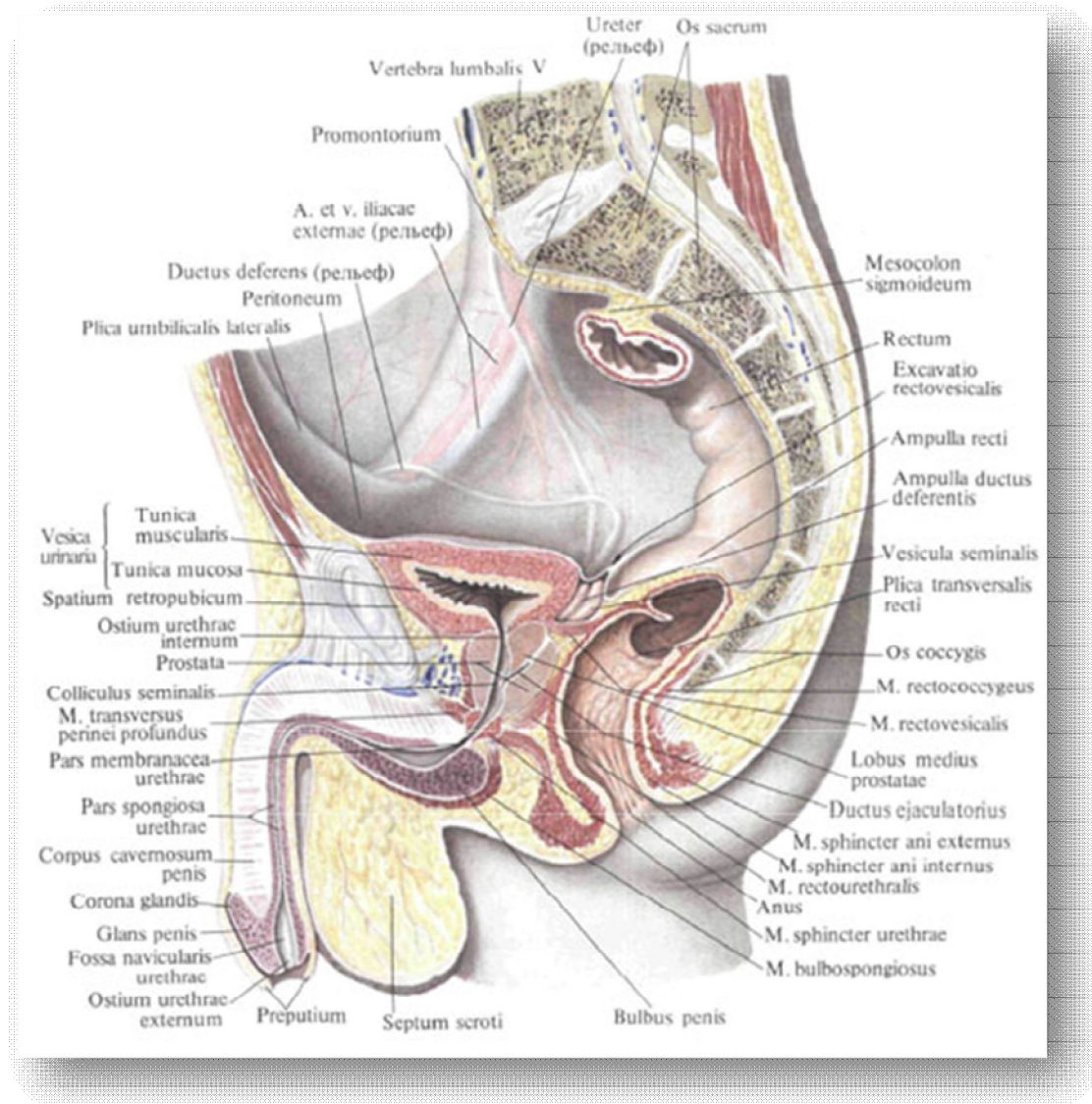


Figure 14: Coupe sagittale représentant le siège anatomique du rectum.

3-EPIDEMIOLOGIE :

Dans le monde, le cancer colorectal est le 3^{ème} cancer le plus fréquent [11]. Plus des 2/3 des cas mondiaux surviennent dans les pays développés.

Les cancers colorectaux surviennent avec le maximum de fréquence au cours de la cinquième et de la sixième décennie. Ceux du sujet jeune sont définis comme des tumeurs apparaissant en dehors de cette zone de fréquence.

L'incidence de ce cancer s'élève à 40 / 100 000 habitants, elle est en augmentation dans les pays occidentaux malgré la diffusion des moyens de dépistage [12].

Au Maroc, les cancers colorectaux occupent la 2^{ème} place parmi les cancers du tube digestif après le cancer de l'estomac [9] (Figure 15, tableau n°2).

Tableau n°2 : Estimation du cancer colorectal en France 2000 [13], et au Maroc [14].

Cancer	France 2000		Maroc	
	Nbre de cas	Fréquence	Nbre de cas	Fréquence
Colon				
Rectum	190431	39.1	255	33
Estomac	2606	9	343	44
Œsophage	4040	9.3	150	19
Grélique			29	04
Foie	962	11		
Total		100	777	100

La répartition selon le sexe est variable. Dans l'étude de Courtois [15], une légère prédominance masculine est retrouvée avec un sex-ratio de 1.1 à 1.5 alors que pour Lasser [16] et Okuno [17] la prédominance est féminine.

En France, le sexe ratio hommes/femmes du cancer colique est de 1 ; celui du cancer rectal est de 2 [18].

Certaines études marocaines rapportent une légère prédominance masculine : 1.3 pour Abi et 1.9 pour Nadir [19].

4-FACTEURS DE RISQUE DU CANCER COLORECTAL :

Les facteurs de risque du cancer colo-rectal associent entre autre l'âge de plus de 50 ans (selon l'Institut national du cancer, 94 % des cancers colorectaux se manifestent chez les personnes de plus de 50 ans), la présence de polypes adénomateux sur la paroi colorectale (cas particulier de la polypose colique familiale) (figure 16), les antécédents familiaux de cancers colorectaux et les habitudes de vie qui augmentant le risque de développement de cancers colorectaux qui sont :

- Alimentation trop calorique ou riche en graisses animales ;
- Consommation importante de viande rouge ;
- La consommation d'alcool et de tabac ;
- Inactivité physique et surpoids ;
- Antécédents personnels : Les personnes qui ont déjà eu un cancer du côlon ou du rectum risquent davantage d'être atteintes d'un autre cancer colorectal.
- Syndrome de Lynch : il ne représente que 3 % de tous les cancers colorectaux.
- Maladies inflammatoires : maladie de Crohn et rectocolite hémorragique.

5-ANATOMOPATHOLOGIE :

Dans la littérature, plus de 90 % des cancers colorectaux sont des adénocarcinomes associant plusieurs types dont les plus fréquents (95 %) restent les adénocarcinomes lieberkühniens. Les autres types comme l'adénocarcinome mucineux ou colloïdes et les adénocarcinomes dits à cellules en bague à chaton sont rares.

Dans environ 80 % des cas, l'adénocarcinome se développe à partir d'un adénome. Les cellules cancéreuses apparaissent d'abord peu nombreuses et bien localisées ; on parle de cancer « in situ » ou seule la première couche de la paroi du côlon ou du rectum (la muqueuse) est atteinte. Lorsque la tumeur grossit, s'étendant plus profondément à l'intérieur de la paroi du côlon ou du rectum, les cellules cancéreuses peuvent se détacher de la tumeur pour aller envahir d'autres parties du corps : les ganglions lymphatiques proches de la tumeur, le foie et les poumons (figure 17).

Au moment du diagnostic, il est impératif de définir le stade de la maladie pour prévoir l'évolution et choisir les traitements appropriés.

Cette partie du tube digestif, constituée par le côlon et le rectum, se trouve parfois envahies par des métastases issues de cancers situés, parfois à distance ; c'est le cas par exemple du cancer de l'ovaire, de la prostate, de l'estomac et du sein.

En fin, il est impératif d'assurer l'examen d'au moins 12 ganglions régionaux sur la pièce de colectomie pour une évaluation correcte du statut ganglionnaire [20].

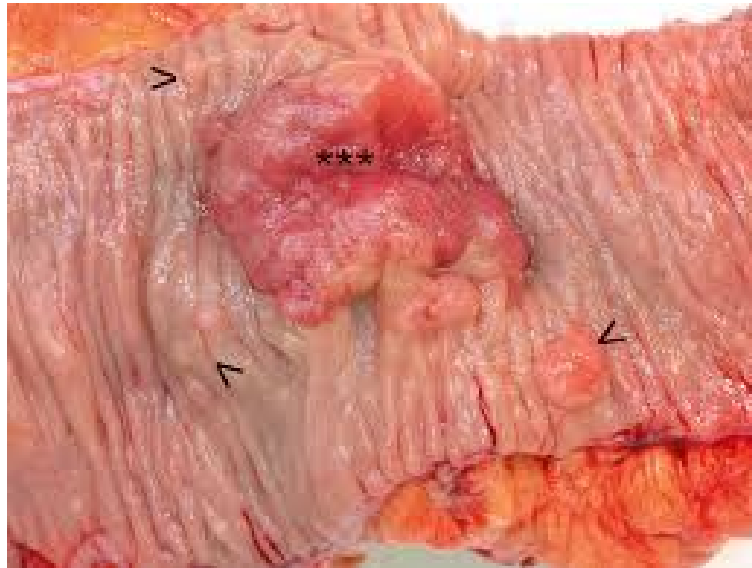


Figure 15 : Aspect macroscopique d'un cancer colorectal sur un polype.

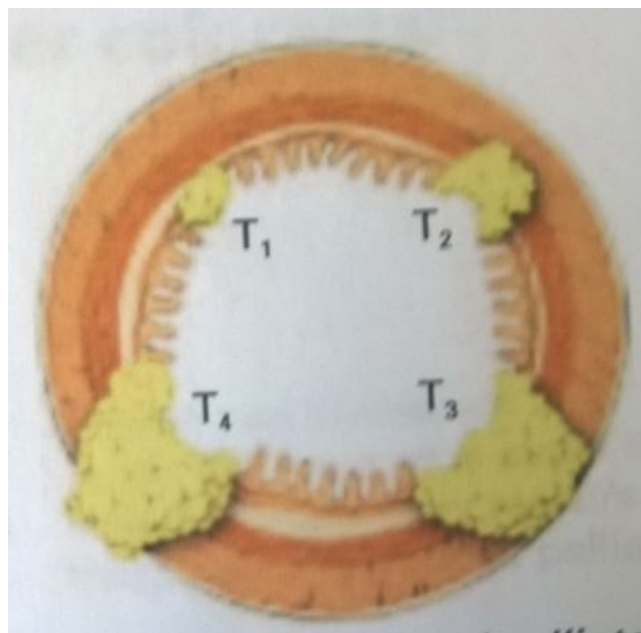


Figure 16: Coupe transversale de l'intestin montrant des tumeurs à différents stade évolutifs.

6-STRATEGIE DE PRISE EN CHARGE

a.Les moyens de diagnostic :

a-1-Clinique :

Sur le plan clinique, l'examen abdominal ne montre souvent qu'un ballonnement discret, parfois une tumeur perçue au niveau de la fosse iliaque gauche. La découverte d'une hépatomégalie, ou d'une ascite signe la dissémination métastatique du cancer. Le toucher rectal est fondamental et systématique ; il permet la mise en évidence de lésions bourgeonnantes, ulcéro-végétantes ou polyploïdes. Mais, il est insuffisant pour préciser le degré de l'extension tumorale.

a-2-Paraclinique

a-2-1 -Rectoscopie et rectosigmoidoscopie:

La rectoscopie est un examen clé qui permet de localiser la tumeur rectale et permet de faire des biopsies. Elle doit être systématiquement pratiquée sur des signes d'appels ano-rectaux.

La rectosigmoïdoscopie permet l'exploration jusqu'à 60 cm de la marge anale à la recherche d'une tumeur synchrone ou d'un polype.-

a-2-2- Colonoscopie :

Elle explore l'intégralité du cadre colique.

a-2-3-Biopsies :

Les prélèvements biopsiques doivent être nombreux et étagés.

a-2-4-Lavement baryté :

Lorsque la lésion est sténosante, le lavement baryté permet de connaître l'état du colon sus jacent. Il n'est jamais demandé à titre diagnostique sauf si la tumeur est infranchissable à l'endoscopie. Il est surtout demandé à visée topographique. Le lavement en double contraste donne les meilleurs résultats.

a-2-5-Urographie intraveineuse UIV

L'UIV est un complément précieux en cas de signes d'appels urinaires, elle permet de visualiser le retentissement tumoral sur l'arbre génito-urinaire. Certains auteurs la jugent inutile.

a-2-6-Cystoscopie :

La cystoscopie reste indiquée en cas de symptomatologie faisant craindre une atteinte vésicale ou une fistule.

a-2-7- Echographie endoréctale (EER) :

L'EER permet de préciser le degré d'extension pariétale par rapport aux différentes tuniques mais l'extension peut être surévaluée du fait de l'inflammation péri tumorale. L'EER est performante pour évaluer l'atteinte ganglionnaire avec une efficacité diagnostique de l'ordre de 80%. Elle est surtout utile dans le bilan d'extension des tumeurs des 2/3 inférieurs.

a-2-8-Echographie abdominale :

Elle est nécessaire à l'exploration des organes pouvant être le siège de localisations secondaires, notamment le foie ou elle présente une sensibilité de 80 à 90% pour la détection des métastases de plus de 15 mm, le péritoine à l'origine d'ascite et les aires ganglionnaires.

a-2-9-Radiographie pulmonaire :

La radiographie pulmonaire est pratiquée systématiquement à la recherche de métastases pulmonaires.

a-2-10-Tomodensitométrie pelvienne :

Elle est actuellement très utile dans l'évaluation de la tumeur et de son extension au-delà de la paroi recto colique:

a-2-11-Imagerie par résonance magnétique IRM

La RMN ne permet pas d'apprécier le degré d'extension des tumeurs dans la paroi rectal, elle est surtout intéressante en association avec l'EER, pour mieux préciser les indications de l'excision locale et de la radiothérapie, grâce à sa bonne appréciation de l'extension au delà de la paroi rectale par contigüité et par voie lymphatique.

a-2-12-Scintigraphie osseuse

Elle permet la recherche de foyers secondaires osseux. Elle n'est réalisée qu'en cas de signes d'appel ou en cas de métastases jugés résécables par la chirurgie.

a-2-13- Bilan biologique

- Antigène carcino-embryonnaire (ACE) :

L'ACE est une glycoprotéine de surface isolée, de valeur normale inférieure à 2,5 ng/ml (Test Roche) ou inférieure à 3 ng/ml (Test Abbott). La valeur seuil est de 4 à 5 ng/ml. Un taux supérieur à 10 ng/ml a une signification péjorative.

L'ACE est élevé en préopératoire dans 60 à 70% des cas, sa normalisation en postopératoire peut prendre 4 mois et indique une résection complète. Sa sensibilité en cas de récurrence est de 59 à 60%. La sensibilité est élevée en cas de métastases hépatiques (78 à 95%), basse en cas de récurrence locorégionale isolée (45 à 55%), très basse pour les métastases pulmonaires isolées et résécables (15%). Le taux d'ACE peut être élevé dans d'autres types de cancers digestifs (estomac, foie pancréas...) et non digestifs (thyroïde, ovaire, utérus, sein). Son intérêt diagnostique paraît nul pour le cancer colorectal. Par contre, son intérêt pronostique reste important étant donné l'existence d'une corrélation entre l'étendue de la tumeur rectale et la concentration de l'ACE [21,22].

- Marqueur CA 19-9 :

Le marqueur CA19-9 est moins spécifique que l'ACE. Son association à ce dernier pourrait augmenter les performances.

- Bilan hépatique :

Les enzymes hépatiques (Phosphates alcalines, Gamma GT) sont fréquemment perturbés en cas de métastases hépatiques, mais sont peu sensibles et peu spécifiques en termes de dépistage.

- Bilan préopératoire :

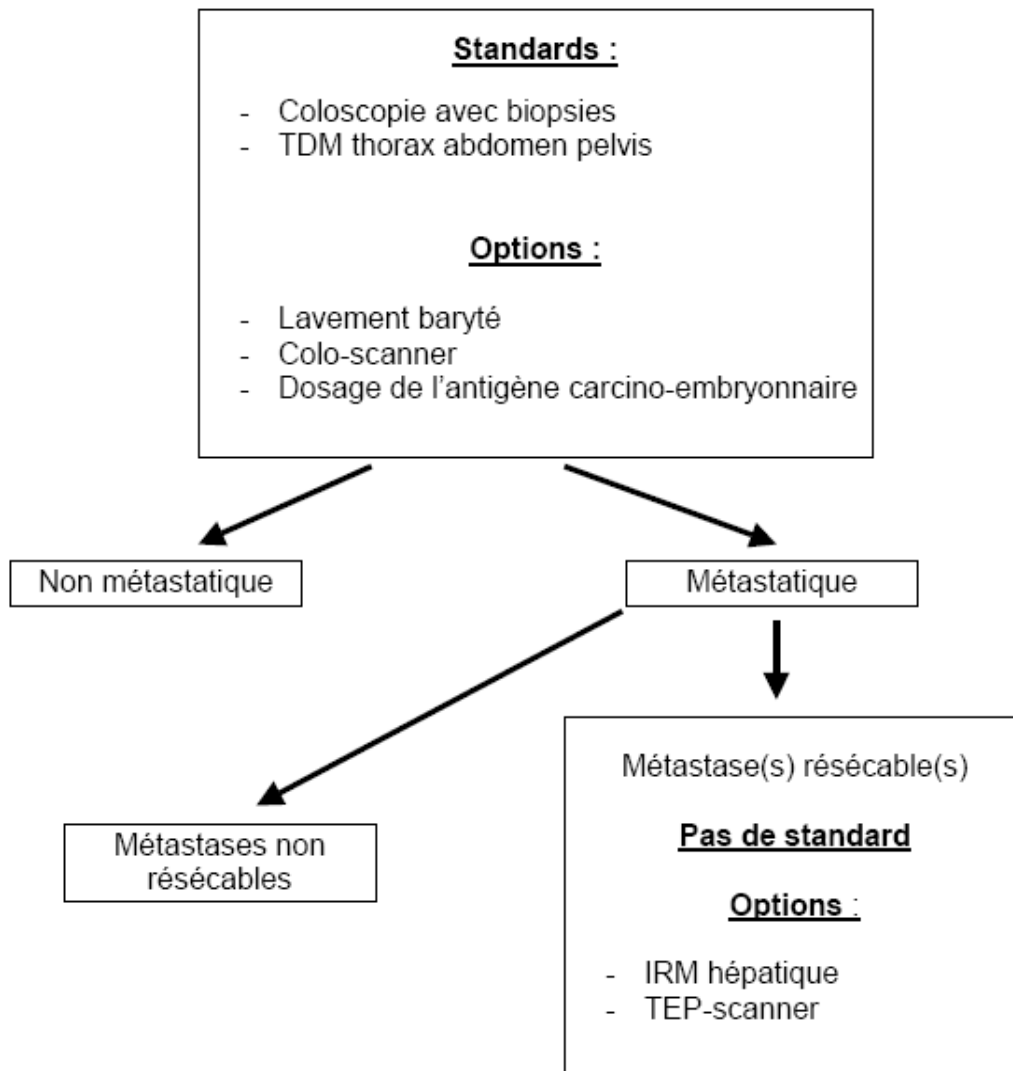
Il comprend :

- L'hémogramme : à la recherche d'une anémie ou d'une hyperleucocytose ;
- L'ionogramme sanguin ;
- La protidémie ;

- Le groupage sanguin ;
- Le bilan d'hémostase ;
- L'électrocardiogramme ;
- L'exploration fonctionnelle respiratoire.

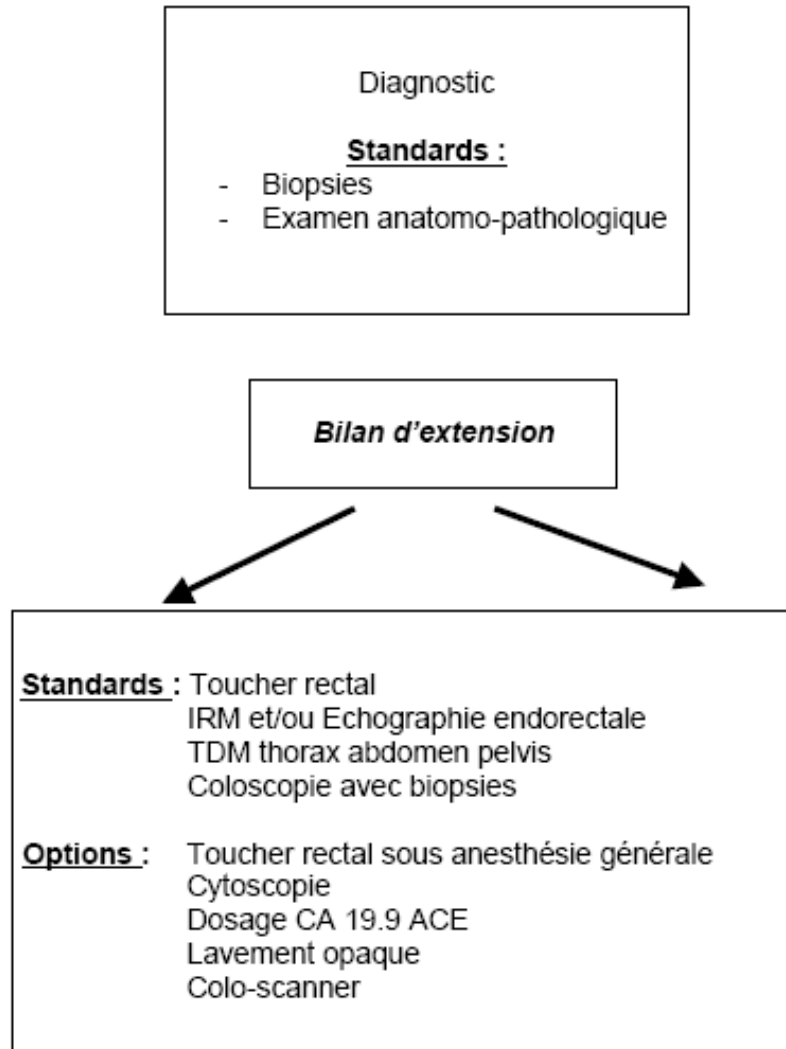
Tous les moyens sus cités ne sont pas utilisés systématiquement. Des algorithmes simplifiés pour le bilan initial sont proposés que ce soit pour le cancer colique ou pour le cancer rectal :

- Pour le diagnostic et le bilan initial du cancer colique :



Important : il se dégage de cet algorithme que la seule indication du TEP-scanner dans le bilan initial reste la présence de métastase (s) jugée (s) résécables (s).

- Pour le diagnostic et le bilan initial du cancer rectal :



b. Les procédures

b-1-Algorithmes de prise en charge :

A terme de tout le bilan, la maladie est classée par stades associant taille tumorale T, envahissement ganglionnaire N et localisations métastatiques M (tableaux 3a et 3b [23][24]) :

CANCER DU COLON

Les classifications de Dukes et d'Astler-Coller, sources de confusion, doivent être abandonnées.

TNM (UICC 2002)

- Tis : intra-épithéliale ou chorion
- T1 : sous-muqueuse
- T2 : musculuse
- T3 : sous-séreuse
- T4 : tumeur envahissant la séreuse ou un organe de voisinage

- N0 : pas de métastase ganglionnaire
- Nx : ganglions non évalués
- N1 : 1 à 3 ganglions métastatiques régionaux
- N2 : 4 ganglions métastatiques régionaux ou plus

- M0 : pas de métastase
- M1 : métastases à distance (dont ganglions sus-claviculaires)

L'examen d'au moins 12 ganglions régionaux est recommandé par l'UICC et l'AJCC et un minimum de 8 est nécessaire à l'évaluation correcte du statut ganglionnaire (consensus 1998, FFCD et SNFGE ____). Quel que soit le stade le pronostic est d'autant meilleur que le nombre de ganglions prélevés et analysés est grand ____

Stades de la classification UICC 2002-AJCC

- Stade I = pT1-T2 N0 M0 = sous-séreuse intacte sans métastase ganglionnaire
- Stade II A = pT3 N0 M0 = sous-séreuse atteinte sans métastase ganglionnaire
- Stade II B = pT4 N0 M0 = séreuse franchie et/ou perforée, et/ou envahissement d'organe voisins, sans métastase ganglionnaire
- Stade III A = pT1, T2, N1 M0 = envahissement ganglionnaire
- Stade III B = pT3,T4, N1 M0 "
- Stade III C = tous T, N2 M0 "

CANCER DU RECTUM

TNM (UICC 2002)

- Tis : Tumeur intra-épithéliale (carcinome in situ) ou envahissant le chorion,
- T1 : Tumeur envahissant la sous-muqueuse,
- T2 : Tumeur envahissant la musculature,
- T3 : Tumeur envahissant la graisse péri-rectale,
- T4 : Tumeur envahissant au moins un organe de voisinage;
- Tx : la tumeur primitive ne peut être évaluée.

- N0 : pas de métastase ganglionnaire
- Nx : ganglions non évalués
- N1 : 1 à 3 ganglions métastatiques régionaux
- N2 : 4 ganglions métastatiques régionaux ou plus

- M0 : pas de métastase
- M1 : métastases à distance (dont ganglions sus-claviculaires)

L'examen d'au moins 12 ganglions régionaux est nécessaire à l'évaluation correcte du statut ganglionnaire. Si ce nombre n'est pas atteint, la pièce doit être ré-examinée par l'anatomo-pathologiste. Cependant, en l'absence d'envahissement ganglionnaire, même si le nombre de ganglions habituellement examinés n'est pas atteint, l'UICC (2002) et l'AJCC recommandent explicitement de classer N0 et non Nx les patients sans ganglion envahi.

- Stade I = pT1-T2 N0 M0 = graisse péri-rectale intacte sans métastase ganglionnaire
- Stade IIA = pT3 N0 M0 = graisse péri-rectale atteinte sans métastase ganglionnaire
- Stade II B = pT4 N0 M0 = méso-rectum franchi et/ou envahissement d'organes voisins, sans métastase ganglionnaire
- Stade IIIA = pT1-T2, N1 M0
- Stade IIIB = pT3-T4, N1 M0
- Stade IIIC = tous T, N2 M0
- Stade IV = tous T, tous N, M1 = métastases à distance

Tableau n°3b : Classification TNM (UICC révision 2002) des tumeurs rectales.

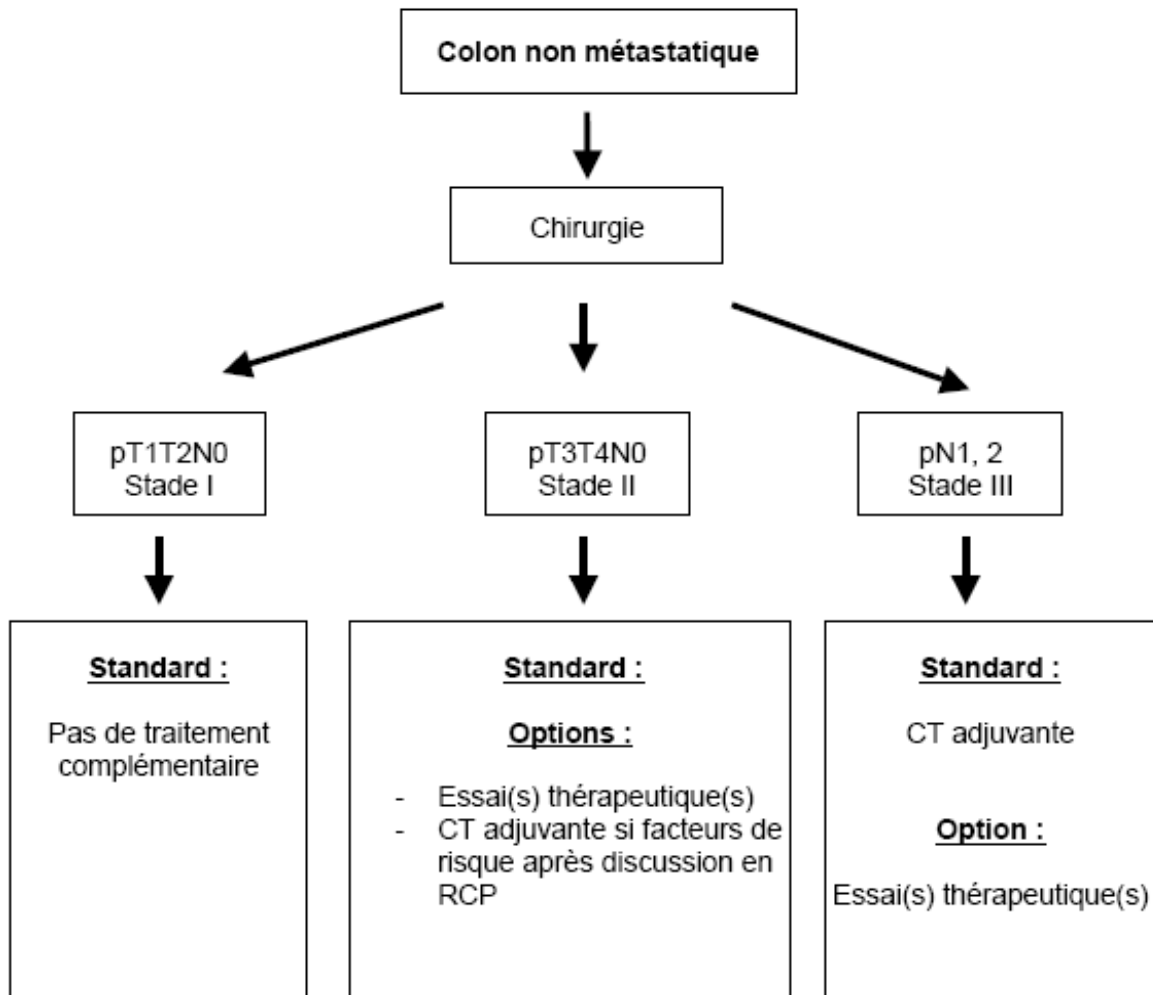
Après classification tumorale, plusieurs situations se présentent et l'attitude diffère. Ainsi, et dans un souci de facilitation des procédures de prise en charge thérapeutique, plusieurs algorithmes - diagrammes sont présentés (voir ci-dessous) [25].

NB : il nous a semblé, dans ce travail, très simples de rapporter les diagrammes du référentiel régional d'oncologie digestive (2009) du réseau onco-pays de la Loire pour le diagnostic, le traitement et la surveillance des cancers digestifs [25] (www.onco-paysdelaloire.com).

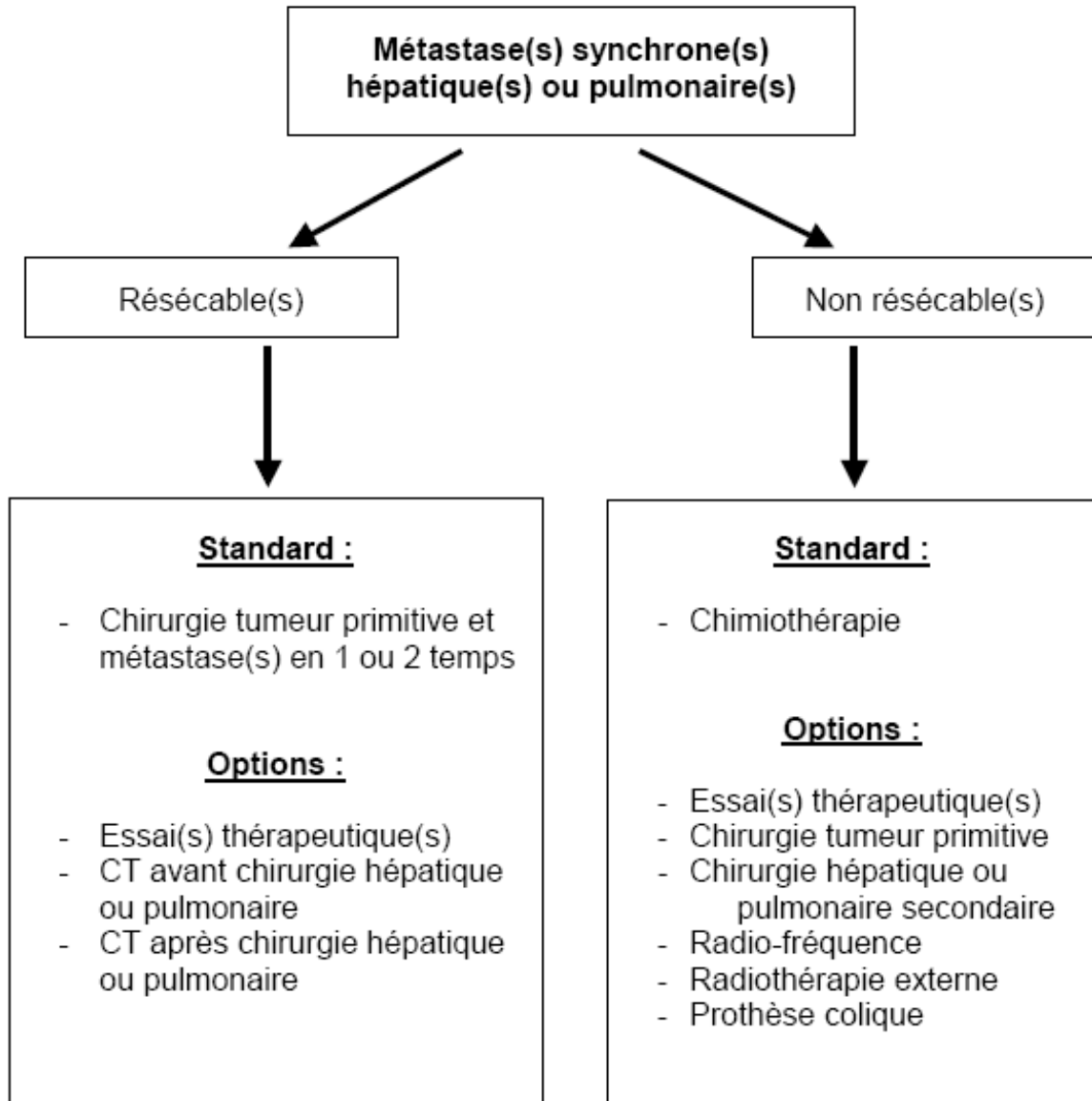
Ce référentiel paraît résumer quasiment toutes les situations possibles de présentations des cancers colorectaux.

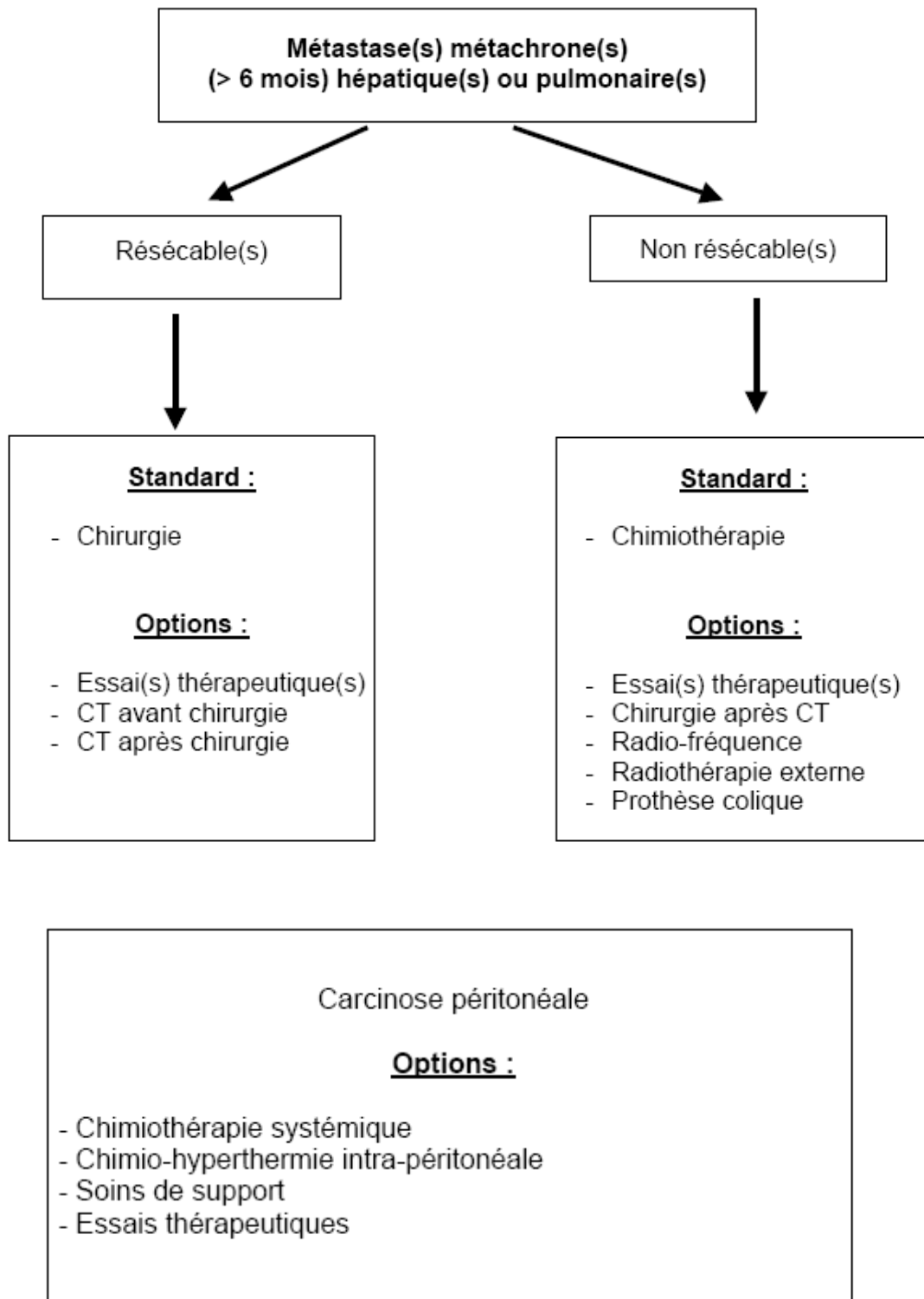
b- 1-1- Cancer colique :

- Traitement adjuvant après chirurgie curative :



- Traitement du cancer métastatique :





- Modalités de suivi du cancer colique :

Surveillance après traitement curatif
Incluant les patients avec métastases réséquées d'emblée
(stades II et III et IV réséqués)



Standard :

- Pendant 5 ans
 - Coloscopie dans les 3 à 6 mois post-opératoires si incomplète ou non faite avant la chirurgie
 - 1^{ère} coloscopie de surveillance à 1 an si complète au diagnostic (voir recommandations HAS)
 - Examen clinique tous les 3 mois pendant 2 ans puis tous les 6 mois pendant 3 ans
 - Echographie abdominale tous les 3 à 6 mois pendant 3 ans puis tous les ans pendant 2 ans
 - Cliché thoracique annuel pendant 5 ans
- Après 5 ans : selon terrain

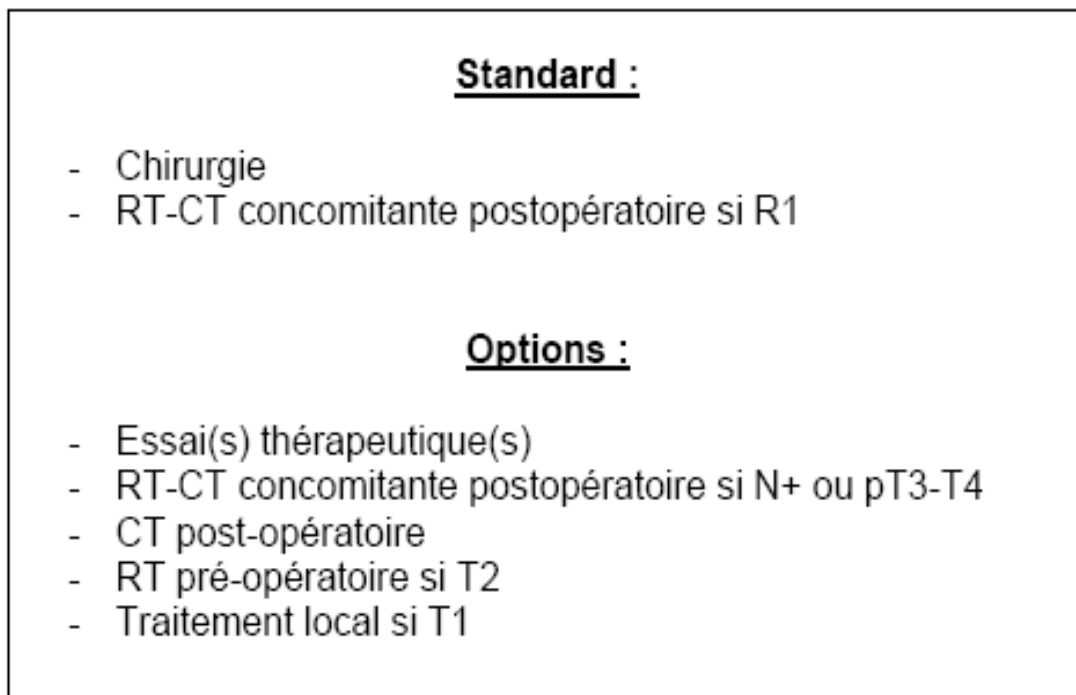
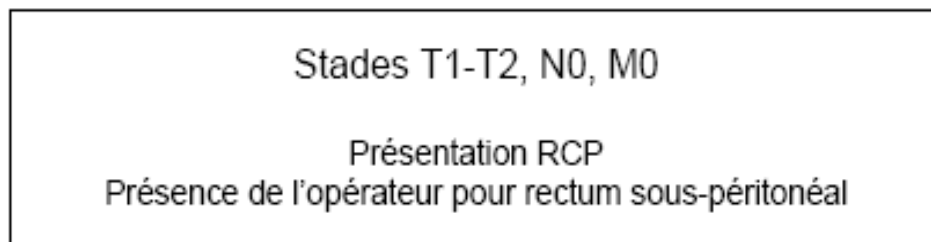
Options :

- Essais thérapeutiques de surveillance
- Dosage de l'ACE
- Surveillance allégée
- Scanner thoraco-abdomino-pelvien

b-1-2- Cancer rectal

- Traitement en fonction des stades TNM :

Stade T1-T2, N0, M0 :



Stade T3-T4 ou N+, résécables, M0 :

Stades T3-T4 ou N+, résécables, M0
Présentation RCP
Présence de l'opérateur pour rectum sous-péritonéal



Standards :

- Rectum sous-péritonéal : chirurgie après traitement néoadjuvant (RT externe ou radiochimiothérapie) +/- chimiothérapie post-opératoire
- Rectum sus-péritonéal : chirurgie ± chimiothérapie adjuvante

Options :

- Essai(s) thérapeutique(s)
- CT postopératoire si pN1-2

- Traitement de récurrence pelvienne :

Récidive pelvienne sans métastase
Présentation RCP
Présence de l'opérateur



Standard :

- Chirurgie \pm RT pré ou per-opératoire

Options :

- Essai(s) thérapeutique(s)
- RT + CT concomitante pré-opératoire
- RT \pm CT
- CT
- Soins de support

- Modalités du suivi :

Surveillance après traitement curatif
incluant patient avec métastase(s) réséqué(s)



Standards :

- Pendant 5 ans
 - Coloscopie dans les 3 à 6 mois postopératoires (si incomplète au diagnostic)
 - 1^{ère} coloscopie à 3 ans si complète au diagnostic (voir recommandations HAS)
 - Examen clinique tous les 3 mois pendant 2 ans puis tous les 6 mois pendant 3 ans
 - Echographie abdominale tous les 3 à 6 mois pendant 3 ans puis tous les 6 mois pendant 2 ans
 - Radiographie thoracique annuelle pendant 5 ans

- Après 5 ans : selon terrain

Options :

- Essais thérapeutiques
- Echographie endorectale ou échographie endovaginale
- Dosage de l'antigène carcino-embryonnaire
- IRM ou TDM pelvienne de référence en fin de traitement
- Scanner thoraco-abdominal-pelvien

b-2/Traitement chirurgical

b-2-1-Chirurgie curative de cancer colique

La chirurgie est le traitement principal du cancer du côlon. Elle consiste à enlever la portion du côlon atteinte par la tumeur et le réseau de ganglions correspondant (curage ganglionnaire). Suivant la localisation et l'étendue de la tumeur, une portion plus ou moins grande du côlon est retirée. Le côlon n'étant pas un organe vital, il est possible de vivre normalement même si on en enlève une grande partie, voire la totalité de l'organe.

b-2-1-1-Traitement chirurgical du cancer colique non compliqué :

L'exérèse chirurgicale complète de la tumeur et des ganglions tributaires est le seul traitement à prétention curative des cancers coliques invasifs.

En situation électorale, elle consiste en une colectomie segmentaire avec anastomose immédiate sur un colon préparé. Le choix de la voie d'abord doit permettre une exploration complète de la cavité abdominale (foie, pelvis, tout nodule suspect doit être biopsié) avec respect des bases carcinologiques : respect des marges de 5 cm de sécurité de part et d'autre de la tumeur, curage ganglionnaire au niveau du méso-colon (8 ganglions minimum,)

Cancer du côlon droit et de l'angle droit :

Standard : Hémicolectomie droite vraie avec ligature première des pédicules colique supérieur droit et iléo-caeco-appendiculaire, au ras de l'axe mésentérique supérieur.

Cancer du côlon gauche et du sigmoïde :

Standard : héli colectomie gauche. Ligature première de la veine mésentérique inférieure au bord inférieur du pancréas. Ligature de l'artère mésentérique inférieure à son origine sur l'aorte. Curage ganglionnaire. Option : tumeur de l'anse sigmoïdienne : résection sigmoïdienne avec ligature haute du tronc des sigmoïdiennes.

b-2-1-2-Le traitement du cancer colique compliqué :

Il est en fonction du type de complication survenue : occlusion, perforation,...

La cœliochirurgie :

Les résultats de plusieurs études montrent la faisabilité de la chirurgie des cancers coliques par voie coelioscopique, tant sur le plan technique que carcinologique. Ses avantages sont :

Le moindre préjudice pariétal ;

Une reprise plus précoce du transit et de l'alimentation ;

Une reprise des activités plus rapides.

La cœlioscopie pourrait diminuer le risque d'adhérences et d'occlusions postopératoires.

Malgré le respect des règles de la chirurgie carcinologique (ligature vasculaires à l'origine, moindre manipulation, curage ganglionnaire équivalent), le risque de la dissémination pariétale et péritonéale des cellules cancéreuses reste préoccupant et encore mal compris (mécanismes multiples). Toutes les colectomies ne peuvent pas être réalisées par laparoscopie : les tumeurs fixées, les résections élargies, et pour certains les tumeurs du transverse et les lésions

supérieures à 5 cm doivent être réalisées par laparotomie. En revanche, les colectomies gauches, les proctéctomies avec exérèse partielle ou complète du méso rectum, les colectomies droites pour certains ont une technique bien codifiée par laparoscopie.

b-2-2-Traitement chirurgical du cancer du rectum : Indications des types d'exérèse :

Le traitement chirurgical curatif du cancer du rectum a pour objectif de réséquer la totalité des tissus tumoraux. L'exérèse emporte la tumeur rectale en passant au large de celle-ci (au moins 2 cm en dessous sur la pièce non fixée), la totalité du méso rectum postérieur et latéral et les ganglions lymphatiques drainant le territoire concerné. Les modalités de la résection rectale varient en fonction du siège de la tumeur, de son extension éventuelle aux organes de voisinage, du terrain du patient et de l'état du sphincter anal. Les petites tumeurs du rectum peuvent, sous certaines conditions restrictives, être enlevées par voie trans-anale ou sous endoscopie.

La présence de métastases synchrones, le plus souvent hépatiques ou pulmonaires, doit faire discuter leur exérèse dans le même temps opératoire. C'est le cas des métastases hépatiques n'imposant pas d'hépatectomie de plus de deux segments et sans modification de la voie d'abord. Il est ainsi possible de réséquer des métastases de petite taille, périphérique avec une marge de sécurité d'au moins 1 cm. il est préférable de différer de 2 à 3 mois une exérèse hépatique plus importante, en réalisant dans l'intervalle une chimiothérapie systémique néo adjuvante.

En cas d'extension aux organes de voisinage, une exérèse "monobloc" de la tumeur et de ses extensions doit être faite jusqu'en zone saine, sans libération préalable des adhérences. Ainsi, on peut être amené à réaliser une colpo-hystérectomie ou une pelvectomie.

b-2-3-Chirurgie palliative :

Quand le geste curatif est impossible à réaliser, le recours est aux procédés palliatifs où l'exérèse carcinologique n'est pas satisfaisante mais relativement apte à assurer un confort au patient avec prévention des désordres fonctionnels induits par la tumeur. Ces gestes se résumeront à une dérivation externe: c'est la colostomie définitive, transversotomie ou colostomie iliaque gauche en fonction de la localisation tumorale. Ces interventions doivent être aussi peu mutilantes que possible car non soumises aux impératifs carcinologiques. Une dérivation interne: pour les lésions droites, on peut réaliser une iléotransversostomie, à gauche il s'agira d'une transverse-sigmoïdostomie.

La place de la laparotomie exploratrice peut être réalisée au moment de l'intervention chirurgicale en cas d'une évolution tumorale importante. Elle peut montrer un envahissement locorégional avec extension aux organes avoisinants et à distance au niveau du péritoine et du foie.

b-3/La radiothérapie :

La radiothérapie RT trouve sa place à partir du stade B2 de la classification d'Aster-Coller ou du stade T3 de la classification TNM. Actuellement, la radiothérapie préopératoire réduit de moitié le risque de récurrence locale et améliore la survie. Une meilleure évaluation préopératoire de l'extension locorégionale du cancer rectal, grâce à l'écho endoscopie, permet d'identifier avant l'intervention, les patients pouvant éventuellement bénéficier d'une radiothérapie adjuvante préopératoire; c'est-à-dire les patients appartenant aux groupes B2 et C de la classification de DUKES [26]:

b-4/La chimiothérapie :

b-4-1-Principales drogues de chimiothérapie utilisées

Le cancer colorectal est un cancer relativement chimio sensible. On dispose aujourd'hui de plusieurs drogues actives. Il s'agit de chimiothérapies classiques (cytotoxiques) ou de thérapies ciblées à cible moléculaire précise (Voir tableau 1).

Plusieurs protocoles de chimiothérapie peuvent être utilisés fonction des indications, et, sauf mention contraire, les cures sont réalisées tous les 15 jours.

Tableau 3: principales drogues utilisées en chimiothérapie dans le cancer colorectal.

	Drogues
Chimiothérapie antitumorales cytotoxiques	5-FU (+ Acide folinique administré en bolus puis par pompe, en continu sur 2 jours
	Irinotécan= CPT_11 5 (Campto)
	Oxaliplatine (Eloxatine)
	Capécitabine (Xeloda) = Prodrogue orale du 5-FU
Thérapies ciblées	Bevacizumab (Avastin) anticorps monoclonal anti-VEGF (antiangiogène)
	Cétuximab (Erbitux), panitumumab(Vectibix) : Anticorps monoclonaux anti-récepteur de l'EGF (epidermal growth factor)

b-4-2-Indications :

La chimiothérapie est utilisée en adjuvant et néo adjuvant mais aussi en thérapie palliative. Ses variantes sont multiples, entrant globalement dans le cadre de mono ou poly chimiothérapie.

Certaines mesures sont prises lors du traitement par chimiothérapie : prescriptions associant par exemple des bains de bouche, des antiémétiques, la mise en place de port à Cath, avec information des patients sur les effets indésirables surtout les plus fréquents ou graves du traitement.

Instauration d'un protocole de surveillance : clinique à chaque cure, et biologique (marqueurs tumoraux) et radiologique toutes les 4 à 6 cures, afin de vérifier l'efficacité et la tolérance des traitements.

D'autres mesures accompagnant le traitement associent:

- Déclaration d'affection de longue durée ;
- Soutien psychologique ;
- Soutien nutritionnel ;
- Traitement symptomatique.



Partie pratique

A.PATIENTS, MATERIELS ET METHODES

1-Patients :

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 62 dossiers de patients atteints de cancers colorectaux colligés au service de médecine nucléaire de l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V de Rabat (HMIM V), pendant une période de 3 ans et demi, allant de novembre 2011 à avril 2015. Tous nos malades ont bénéficié d'une TEP-TDM décidée dans le cadre de réunions de concentration pluridisciplinaire (RCP). La révision des dossiers porte sur les résultats de la TDM-TAP, prenant en considération les éléments suivants:

- L'âge des patients ;
- Le sexe ;
- Le type histologique ;
- L'indication initiale du TEP;
- Les données du PET-SCAN vs TDM et ACE

2-Méthodes :

Tous nos patients étaient à jeun avec un minimum de 6 à 8 heures avant la réalisation de l'examen. L'étude des images associée, en plus des images scintigraphiques du TEP, des images morphologiques du scanner et des images de fusion des deux modules dans les trois plans en coupes axiales, sagittales et coronales.

Les masses tumorales visualisées qu'elles soient primitives ou secondaires ont bénéficié systématiquement d'une quantification métabolique à l'aide de l'index SUV max.

De façon systématique, l'intensité de fixation de foyers tumoraux, évaluée par SUVmax, a été comparée à chaque fois au bruit de fond hépatique sauf pour les foyers sus diaphragmatiques qui étaient comparés au bruit de fond vasculaire médiastinal. La moyenne des SUVmax a été calculée pour les tumeurs primitives et pour leurs métastases

Séparément, avec précision de leurs limites inférieures et supérieures. L'écart-type a été également calculé pour différentes localisations.

$$\mu = \frac{\sum x}{N} \quad \text{et} \quad \sigma = \frac{\sqrt{\sum (x - \mu)^2}}{N}$$

B-RESULTATS :

Plus de 850 dossiers de patients adressés au service pour examen PET-FDG ont été examinés ; Sur lesquels, un total de 62 dossiers de cancers colorectaux a été identifié, soit un taux de 7%.

a-Taux relatifs des cancers colorectaux dans la série:

Dans la série, le primitif colique est légèrement prédominant avec 56% des cas contre le primitif rectal qui compte pour 44% de l'ensemble des cancers colorectaux (Figure 18).

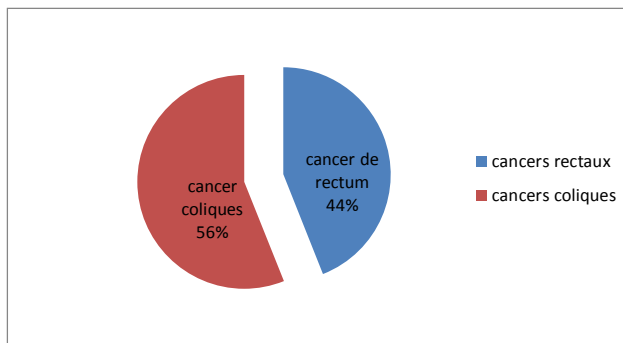


Figure 17 : Diagramme représentatif des taux relatifs de cancers coliques et de cancers rectaux pris séparément.

b- L'âge :

L'âge_moyen des patients dans notre série varie entre 39 ans et 81 ans, avec une moyenne de 58 ans.

c- Le sexe :

La série compte une prédominance masculine avec 44 hommes et 18 femmes et son sexe ratio : H/F=2.4

d- L'histologie :

L'adénocarcinome Lieberkhunien est retrouvé chez 59 patients (95%), celui mucineux colique chez deux patients, et le mélanome rectal chez un seul patient (figure 18). (Tableau 4).

Tableau 4: variétés histologiques des cancers recto coliques dans notre série.

Type histologique	Nombre de cas	%
ADK Lieberkhunien	59	95.16
ADK Mucineux	2	3.22
Mélanome malin	1	1.61
Total	62	100

ADK : adénocarcinome.

e-Indications du TEP-FDG :

Pour les 62 patients étudiés, les indications du TEP-FDG étaient variables. Il y avait presque 20 % de patients ne rentrant pas dans le cadre d'indications reconnues comme standards (Tableau 5).

Indications standards du TEP :

- i. 20 patients (32%) ont été adressés pour suspicion de récidives métastatiques à distance de la tumeur primitive avec doute radiologique (Figure 19).
- ii. Chez 16 patients (26%), l'indication TEP était l'évaluation d'opérabilité de foyers tumoraux objectivés par imagerie classique.
- iii. Pour 9 patients (15%), la TEP a été demandée pour suspicion de récurrence occulte sur augmentation isolée des marqueurs tumoraux.
- iv. Chez les 5 patients restants (8%), la TEP a été demandée dans le cadre de la restadification après récurrence locale authentifiée sur TDM-TAP.

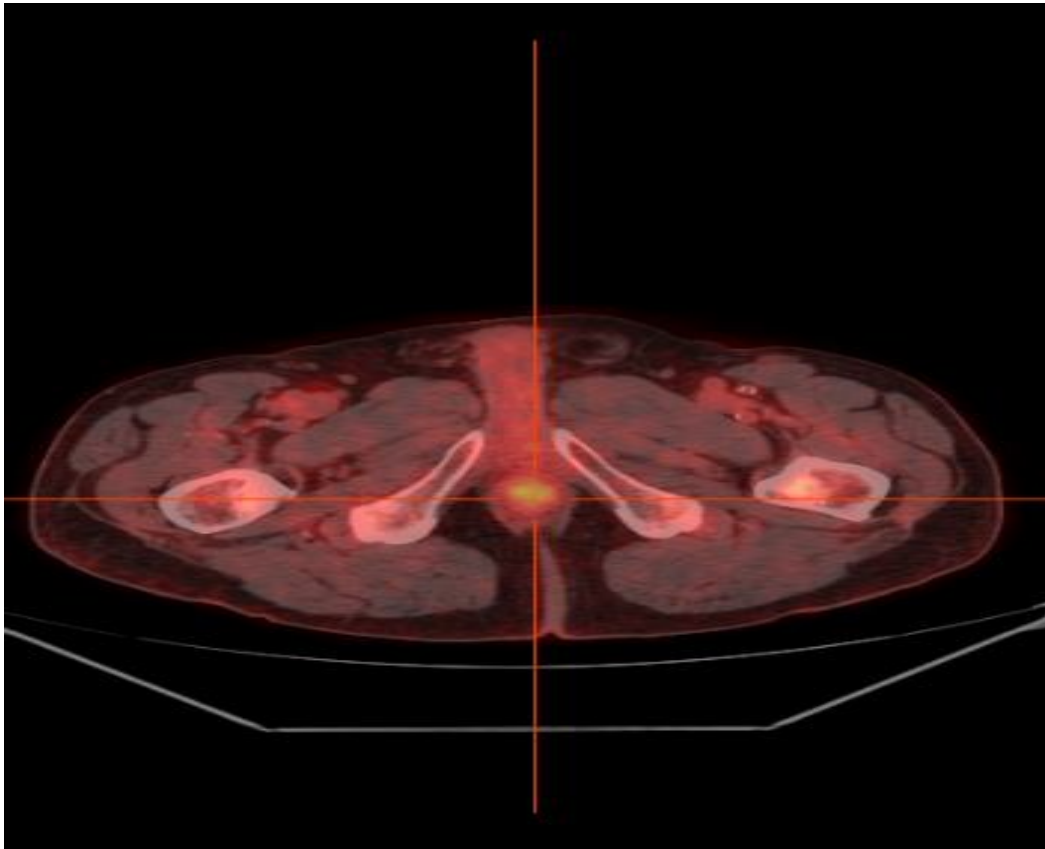


Figure 18 : Image TEP-FDG de fusion en coupe axiale montrant un hypermétabolisme ano-rectal localisé sans extension locorégionale ou à distance. L'examen histologique de la pièce opératoire était en faveur d'un mélanome rectal.



Figure 19 : Examen TEP-FDG réalisé dans le cadre de la recherche de récurrence. Image de fusion en coupe sagittale ne montrant aucune anomalie de fixation en faveur de récurrence locale ou à distance.

. Indications non standards du TEP :

- v. 12 patients (19%) ont bénéficié d'une TEP dans le cadre d'un suivi thérapeutique après radio-chimiothérapie : évaluation de l'efficacité thérapeutique.

A noter que dans 2 cas parmi 62, il existait un double cancer associant pour les deux patients un cancer colique concomitant avec un carcinome bronchique. La TEP était à l'origine du diagnostic du cancer bronchique dans un cas. Alors que dans l'autre cas, la TEP a été demandée alors que les deux cancers étaient connus.

Tableau 5: Indications retenues dans notre série pour évaluation par TEP-FDG dans le cadre du cancer colorectal.

Indications	Nombre de patients	%
Suspicion de récurrence à distance*	20	32
Bilan d'opérabilité*	16	26
Evaluation de l'efficacité thérapeutique	12	19
Suspicion de récurrence occulte sur élévation des taux de marqueurs tumoraux*	9	15
Restadification après récurrence locale objectivée à la TDM (2 cas de cancers bronchiques associés)*	5	08
Total	62	100

* indication standard.

f- Données TEP-TDM et sites de métastatisation du cancer colorectal objectivés par TEP-FDG :

Dans notre série, le foie constitue le premier site de métastatisation à distance du cancer colorectal avec une fréquence de 46% (Figures 20 et 21), suivi par le poumon avec une fréquence de 20%, englobant tous les deux un total de 66% soit les 2/3 de variétés de localisations secondaires.

Les autres sites de localisations métastatiques associent respectivement les aires ganglionnaires (Figure 22), les glandes surrénales, le péritoine (Figure 23) et le squelette osseux (Tableau 6).

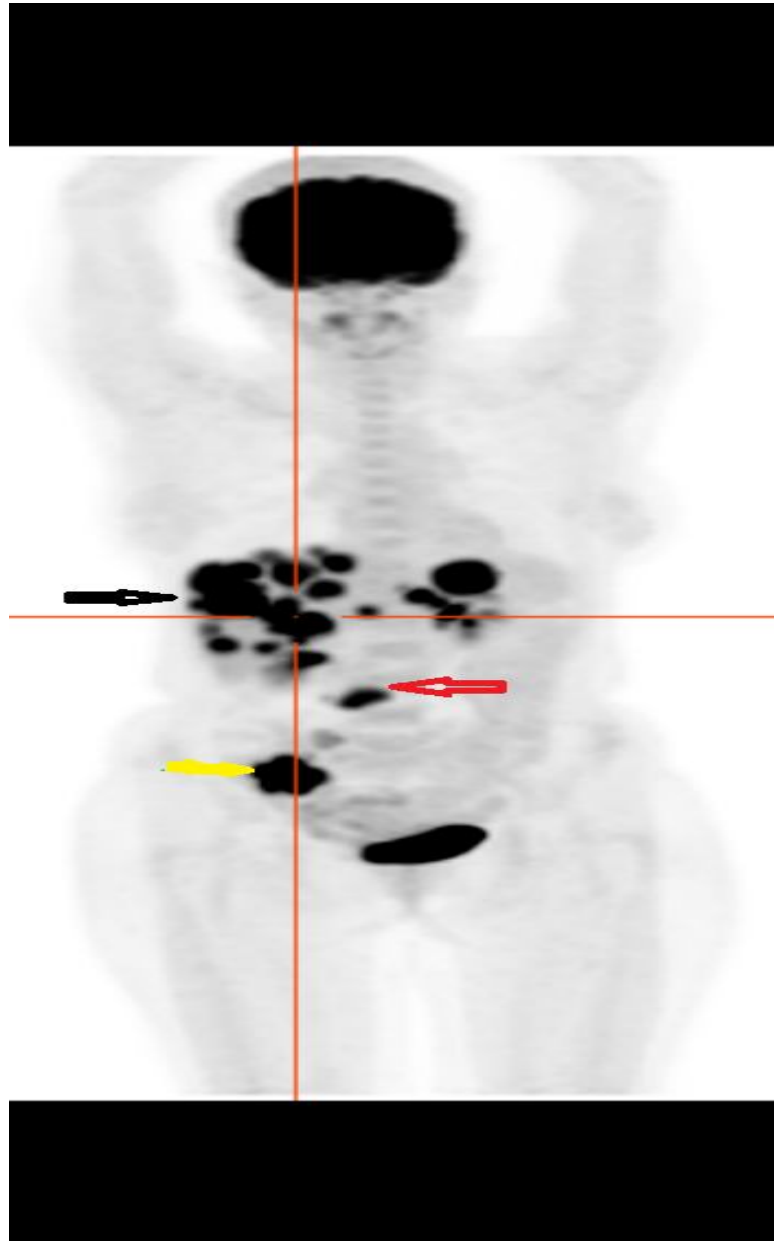


Figure 20: Image TEP du corps entier montrant la tumeur caecale (flèche jaune), associée à une atteinte ganglionnaire iliaque primitive droite (flèche rouge) et à des métastases hépatiques multiples (flèche noire) n'épargnant aucun segment du parenchyme hépatique.

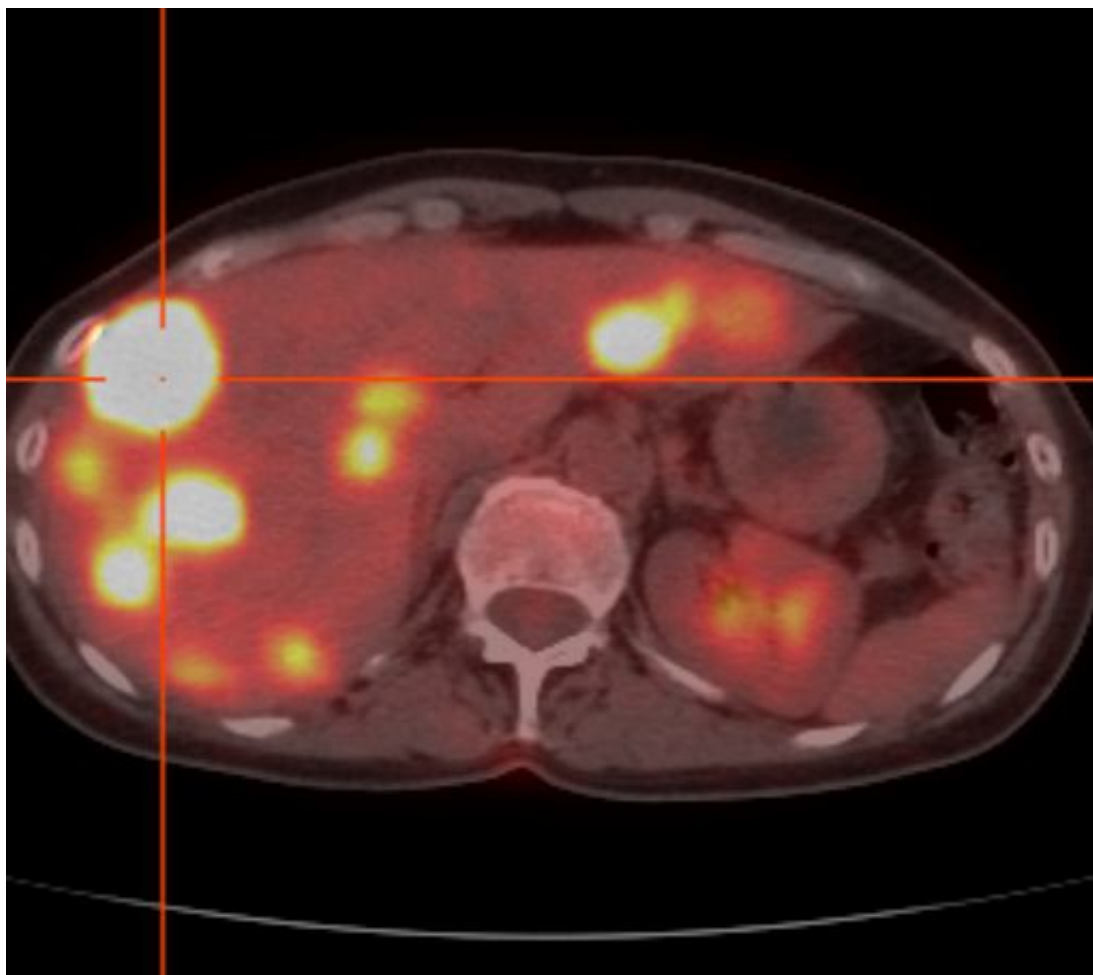


Figure 21: Image de fusion en coupe axiale montrant des métastases hépatiques diffuses (Patient de la figure 20).

Tableau 6 : Organes de métastatisation préférentiels du cancer colorectal dans la série.

Organes	Nombre de cas	%
Foie	29	46
Poumons	12	20
Ganglions	7	11
Surrénales	3	5
Péritoine	2	3
Squelette	1	1

g-Résultats globaux en fonction de l'indication de la TEP :

Indications standards :

Pour les demandes de TEP stipulées par suspicion de récidives à distance (indications i.), 5 patients parmi 20 (25%) se sont avérés porteurs de foyers hypermétaboliques très suspects de métastases à distance Cinq foyers parmi 13 visualisés (38 %) sont de siège hépatique. Pour les 15 patients restant, la TEP a permis de conclure :

- L'absence de toute fixation pathologique du FDG au niveau des sites suspectés ;
- L'absence complète de foyers suspects au niveau du reste du corps entier ;

Le résultat obtenu dans cette indication a été indiscutable dans l'orientation de la prise en charge des 20 patients, évitant une thérapeutique complémentaire inutile et agressive et plus que couteuse pour 15 patients et un traitement adéquat pour les 5 patients jugés métastatiques.

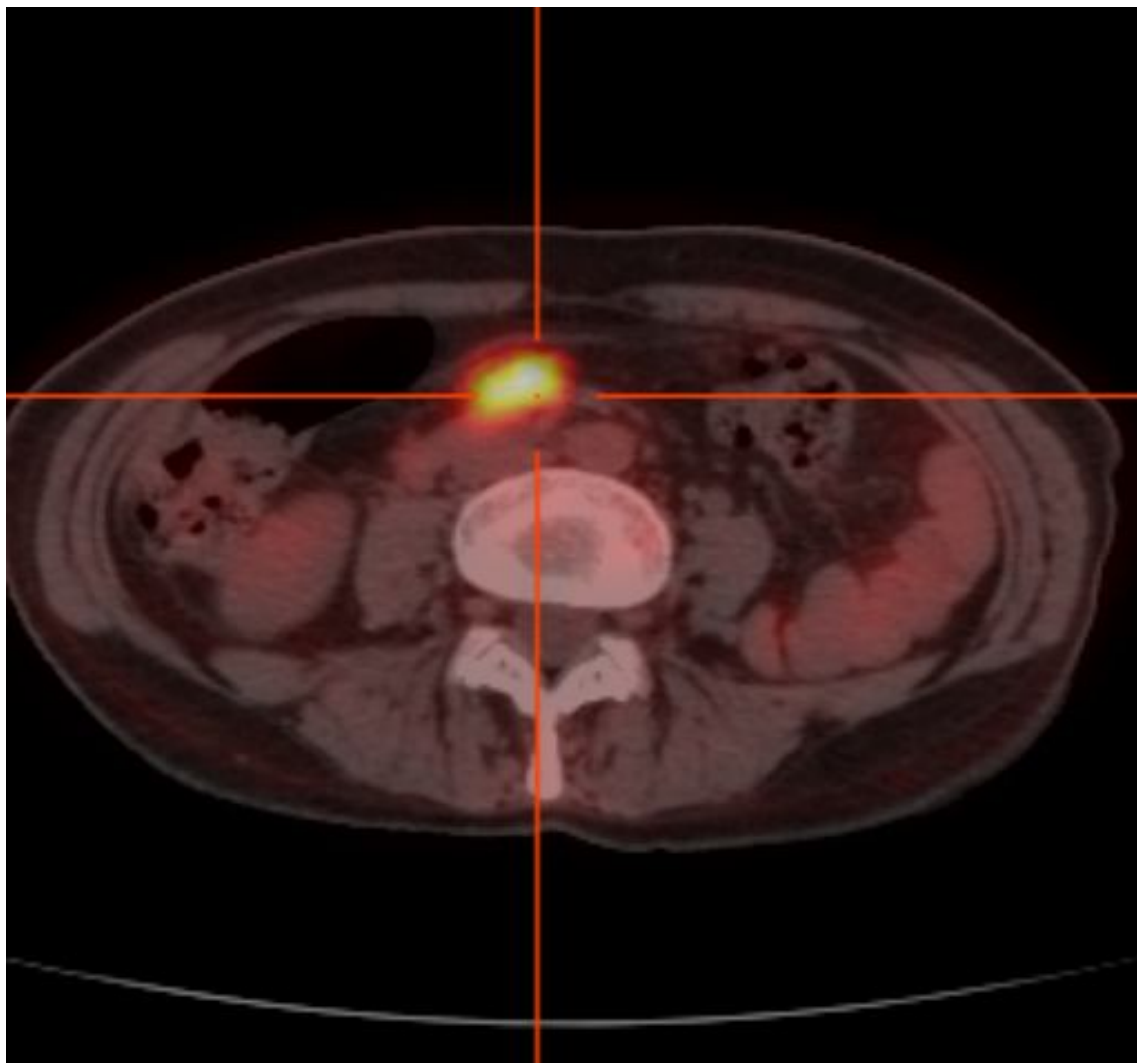


Figure 22: Image TEP-FDG de fusion en coupe axiale montrant une adénopathie iliaque primitive droite d'un adénocarcinome colique classé initialement T3N0M0.

Tableau 7 : Résultats du TEP-FDG par rapport à la TDM et l'ACE dans les différentes indications standards. Le tableau précise le nombre de patients et le % des cas dans l'indication.

Indications standards TEP	TEP+/TDM+	TEP- /TDM+	TEP+/TDM-	TEP+/ACE+	TDM- /ACE+
Suspicion de récurrence à distance	5 (25%)	15 (75%)			
Bilan d'opérabilité (foyers à distance ?)	12 (75%)	4(25%)			
Bilan de récurrence occulte, ACE élevé			4(44%)	4 (44%)	9 (100%)
Bilan de restadification récurrence + sur TDM	5 (100%)	0 (0%)			

Dans le cadre du bilan d'opérabilité de foyers tumoraux observés en imagerie classique (indications ii.), la TEP a permis d'écarter toute fixation du FDG au niveau des foyers présumés secondaires chez quatre patients parmi 16 (25%) : trois cas de petits foyers pulmonaires et un foyer hépatique, très probablement un kyste biliaire. Chez 7 patients (44%), la TEP a permis de confirmer le diagnostic de localisations secondaires initialement suspectées à la TDM : foyers pulmonaires et hépatiques. Chez les 5 patients restant parmi les 16 (31%), la TEP a permis de trouver plus de localisations métastatiques non objectivées à la TDM initiale : foyer surrénalien et osseux en plus des foyers hépatiques et pulmonaires.

Les localisations observées en TEP sont : 5 cas de métastases hépatiques isolées, 4 cas de métastases pulmonaires seules et 3 cas d'association foyers pulmonaires et hépatiques. D'autres localisations ont pu être recensées : 1 cas de métastases surrénaliennes unilatérales, et 4 cas de foyers ganglionnaires.

Chez les 9 patients ayant une suspicion de récurrence occulte devant une augmentation des marqueurs tumoraux (ACE) (indications iii), la TEP-FDG a permis dans 4 cas de mettre en évidence une récurrence locale (figure élévation d'ACE) associée dans 3 cas à des localisations à distance, au niveau hépatique, non visualisées par TDM-TAP, permettant leur prise en charge adéquate. Chez les 5 patients restants, la TEP n'a pas permis d'objectiver de foyer hypermétabolique suspect au niveau du corps entier, notamment au niveau digestif, autorisant leur surveillance rapprochée.

Chez 5 patients (indication iv), la TEP a été demandée dans le cadre de la restadification après récurrence locale authentifiée sur TDM-TAP avant résection chirurgicale. La TEP-FDG a permis de confirmer dans les 5 cas une récurrence tumorale locale, associée dans 4 cas à des foyers hypermétaboliques à distance de la récurrence locale. Pour le 5^{ème} patient, la TEP n'ayant objectivé qu'un hypermétabolisme focalisé au niveau du site de résection initial (Tableau 7).

Indications non standards :

Chez 12 patients, la TEP a été retenue dans le cadre d'un suivi thérapeutique après chimiothérapie et radio-chimiothérapie pour évaluation de l'efficacité thérapeutique (Chimiothérapie néo adjuvante, et adjuvante, radio-chimiothérapie). Dans ce cadre, la TEP a permis d'objectiver une fixation du FDG de façon focalisée au niveau des différents foyers initialement retenus sauf dans deux cas où toute fixation pathologique a été complètement absente sur le corps entier (16%).

Dans cette indication, 1 cas de carcinose péritonéale a été observé.

h- Evaluation de l'intensité dans les sites fixants suspects par SUVmax :

Le SUVmax moyen des masses tumorales primitives était de 12.9 (extrêmes : 4.6-18.3) toutes localisations anatomiques confondues.

Les localisations secondaires étaient fortement hyper métaboliques avec un SUVmax moyen de 7.2 au niveau hépatique (extrêmes : 2.4-16.3, contre un bruit de fond hépatique moyen de 2.0), à 3.2 au niveau pulmonaire (extrêmes : 1.6-10.7), 5.0 au niveau ganglionnaire (extrêmes : 1.5-8.9), à 5.6 au niveau surrénalien, à 9.6 au niveau osseux et à 4.7 au niveau péritonéal (Tableaux 8,9,10).

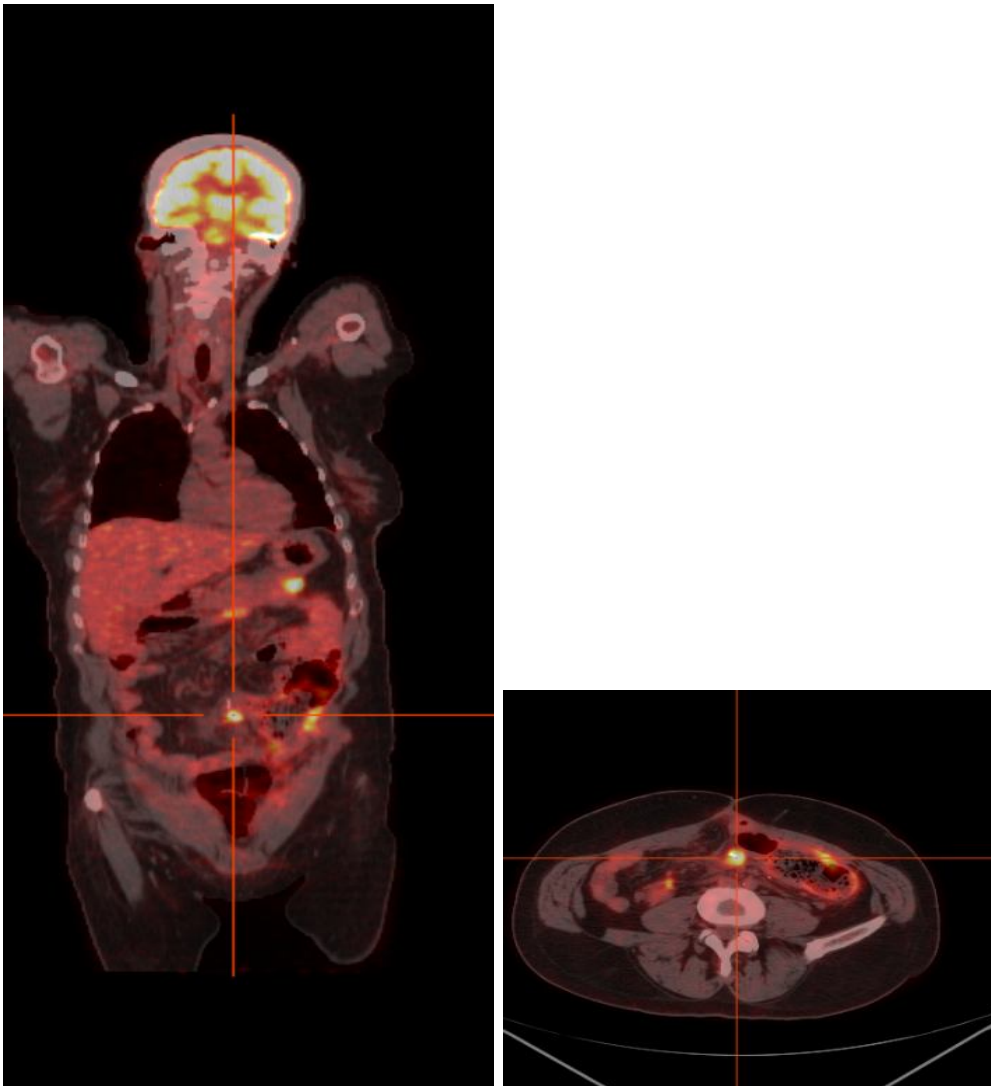


Figure 23: Examen TEP-FDG chez une patiente opérée pour adénocarcinome colique qui présente une augmentation isolée du taux de CA19- 9 :

A. image de fusion du corps entier en coupe coronale

B. image de fusion en coupe axiale, montrant toutes les deux un nodule de carcinose péritonéale.

Pour les adénocarcinomes coliques :

Tableau 8: intensité de fixation au niveau des foyers suspects évalués par SUVmax.

Foyers hypermétaboliques	SUVmax moyen	Limites SUV
Tumeur primitive	11.5	4.6 – 18.3
Foyers hépatiques	8.2	3.1 – 16.3
Foyers pulmonaires	5.4	1.9 – 10.7
Foyers ganglionnaires	4.3	1.5 – 8.9
Foyers osseux	-	-
Foyers péritonéaux	5.2	5.2
Foyers surrenaliens	4.3	2.1 – 7.1

Tumeurs du Sigmoides :

Tableau 9 foyers hyperfixants sigmoïdiens : intensité de fixation évaluée par SUVmax

	SUVmax moyen	Limites SUV max
Tumeur primitive	15.2	12.6-17.9
Foyers hépatiques	7.9	5.5-10.4
Foyers pulmonaires	2.5	0-2.5
Foyers ganglionnaires	5.8	4.1-6.8
Foyers osseux	9.6	9.6
Foyers péritonéaux	4.3	4.3
Foyers surrenaliens	-	-

Tumeurs du Rectum :

Tableau 10 : SUVmax des foyers tumoraux d'origine rectale.

	SUVmax moyen	Limites SUV max
Tumeur primitive	12.1	4.8 –15.7
Foyers hépatiques	5.7	2.4-6.9
Foyers pulmonaires	1.9	0- 1.9
Foyers ganglionnaires	5.1	2.1-6.8
Foyers osseux	-	-
Foyers péritonéaux	-	-
Foyers surrenaliens (2) patients (bilatéral 6.1, gauche 7.9)	7.0	6.1-7.9

C-DISCUSSION

1-Epidémiologie des cancers colorectaux :

Les cancers digestifs sont des maladies graves dont le plus fréquent reste le cancer colorectal (CCR). Son incidence est élevée dans les pays développés à population vieillissante. A titre indicatif, il constitue le 3^{ème} cancer fréquent chez les femmes et les hommes en Scandinavie [26]. Le nombre de nouveaux cas de CCR dans le monde a atteint un chiffre de 1.227. 000 en 2002 avec 528.500 cas de décès liés à cette maladie [27]. Au Maroc, on estime que ce cancer arrive en 2^{ème} position parmi les cancers digestifs après celui de l'estomac [9].

L'âge moyen de survenue varie de 55 ans à 64 ans les deux sexes confondus, avec nette prédominance masculine. Dans notre série, l'âge des patients s'étend de 39 ans à 81 ans, avec un sexe ratio H/F = 2.4

Histologiquement, l'adénocarcinome Lieberkhunien constitue le type histologique le plus fréquent des CCR [11], viennent ensuite, les autres variétés histologiques, notamment celles mucineuses, ce qui a bien été retrouvé dans notre série avec 95 % d'adénocarcinome Lieberkhunien.

Dans les CCR, au moment du diagnostic initial, 25% des patients sont déjà métastatiques au niveau du foie et, 25 à 30% le serait dans 2 à 3 ans d'évolution, ce qui rend le foie comme étant le premier site métastatique du CCR avec un total d'atteinte de 50% [28]. Dans notre série, l'atteinte hépatique n'est pas très différente des données de la littérature, juste un peu plus basse de l'ordre de 46% de tous les foyers métastatiques. L'atteinte pulmonaire arrive au 2^{ème} rang avec 20% d'atteintes secondaires.

Le pronostic du CCR est grave et sa prise en charge est coûteuse. En France, en 2005, 37.413 nouveaux cas de CCR ont été diagnostiqués, responsables de 16.865 décès [29]. Dans 25 pays de l'UE, la valeur moyenne de survie à 5ans varie de 50 à 60% ; ce taux s'avère fortement dépendant du stade de la maladie au moment du diagnostic, se montrant très variable allant de 3 à 80% [30, 31]. Aux USA, le taux de survie à 5ans n'est pas très différent, et atteint 65% [32].

2- Apport de l'ACE et de l'imagerie classique dans le CCR:

Compte tenu de la dangerosité de ce cancer, une politique anticipative visant la précocité de diagnostic par dépistage, tous les deux ans, à la recherche de sang dans les selles des patients a été entreprise dans certains pays ; les résultats obtenus semblent en faveur de cette procédure qui permet la réduction de la mortalité de 15% chez les personnes âgées de 45 à 74 ans [33]. En suivant ce même raisonnement, l'amélioration des taux de survie à 5ans passe par l'établissement d'un staging correct et complet de la maladie dès son diagnostic. Ce staging reste nécessaire pour une meilleure prise en charge thérapeutique et une réduction des coûts. Sur cette base, un bilan d'extension exhaustif pré thérapeutique sera réalisé ; il est basé sur l'imagerie classique comprenant entre autre la TDM et l'IRM qui assurent tous les deux une exactitude de détection des lésions de l'ordre de 80%. En plus, l'IRM permet la détection d'un possible envahissement du fascia mésorectale constituant un élément important dans l'étude du staging local des tumeurs rectales [34]. Ces deux examens radiologiques restent incontournables dans le suivi post-thérapeutique des patients et sont associés, en plus de la clinique, à un bilan biologique comprenant le dosage des marqueurs tumoraux, ACE notamment, et les analyses biochimiques.

Largement étudiés, tous ces bilans pré et post-thérapeutiques ne se sont pas montrés capables d'apporter une amélioration des taux de survie de plus que ceux sus cités et ce, malgré les grandes avancées réalisées dans les domaines de la technologie des appareils de radiologie et de la biologie. Dans ce cadre, on retient surtout l'insuffisance de l'imagerie classique dans le staging ganglionnaire qui ne semble pas dépasser une sensibilité de 55 à 66% [34].

3-Introduction du TEP-FDG dans la prise en charge du CCR:

L'introduction récente de l'imagerie métabolique, associée aux scanners X, dans les bilans de nombreuses pathologies néoplasiques a bouleversé le monde médical par la grande précision diagnostique qu'elle permet. Elle tend à changer aujourd'hui l'approche thérapeutique de différentes pathologies dans de nombreuses situations, notamment celle des CCR. Ainsi, la technique a permis rapidement d'améliorer la sensibilité de détection de la majorité des foyers malins actifs, offrant aux praticiens un moyen d'analyse visuelle fine vis-à-vis du métabolisme glucidique au niveau du corps entier avec plusieurs possibilités de quantification de ce métabolisme au niveau des différentes lésions jugées anormales ou actives. L'index semi-quantitatif le plus utilisé à l'heure actuelle reste le SUVmax dont l'apport semble avoir une valeur pronostique, mais constituent aussi une procédure de comparaison des taux de fixation des lésions sur des examens itératifs [35, 36].

3-1-Lors du staging initial :

A l'heure actuelle, et contrairement aux lymphomes avides de glucose, aux cancers du sein agressifs et aux cancers broncho pulmonaires non à petites cellules où la TEP a permis d'améliorer significativement le staging pré thérapeutique [37, 38, 39, 40, 41], dans les CCR, cette technique ne fait pas l'unanimité des auteurs quant à son intérêt exact dans le staging initial. Des études cliniques récentes, rares, stipulent que cette nouvelle technique serait apte à clarifier certaines situations équivoques, parfois grises plus que noires, montrées par les clichés de l'imagerie classique. Dans ces situations, l'étude rétrospective de Rasmus K Petersen et al. [42], comportant un total de 67 observations consécutives, colligées entre 2006 et 2011, de patients atteints de CCR ayant bénéficié d'un PET/CT au stade initial avant traitement, conclue à un grand apport de la technique dans l'amélioration de la prise en charge thérapeutique par un changement du plan thérapeutique chez 30% de patients, dont 10% de changements effectués du curatif au palliatif et vice versa. Cependant, ces auteurs n'ont pas pu conclure à une utilisation systématique lors du staging de cette technique dans tous les cas.

D'autres auteurs, travaillant dans ce sujet, vont dans le même sens du raisonnement que Rasmus et collaborateurs. Ils ont trouvé les résultats suivants :

- Park et al. [43] ont évalué l'apport du PET/CT en préopératoire chez des patients ayant un CCR avec TDM incertaine et taux d'ACE > 10ng/ml. Ces auteurs ont pu observer un changement de plan thérapeutique dans 24% des cas.
- Davery et al. [44] ont constaté un changement de plan thérapeutique chez 14% de leurs patients parmi 83 atteints de CCR tous stades confondus, colligés sur une période de 4 ans de 2002 à 2005.

- Cipe et al. [45], quant à eux, le changement d'attitude thérapeutique a été observé dans un taux très bas de l'ordre de 3,2% seulement. Ce taux très bas a été expliqué par le fait que cette étude comportait une série sélectionnée, dont les $\frac{3}{4}$ des patients avaient une maladie limitée au départ, ce qui a influencé significativement le résultat obtenu.

Dans notre série, toujours dans ce cadre, précisément lors du bilan d'opérabilité de foyers tumoraux visualisés en imagerie classique, la TEP-FDG a été réalisée initialement chez 16 patients. Elle a permis d'écarter toute fixation dans 25% des cas, de confirmer les mêmes foyers que la TDM dans 44% des cas et de trouver plus de lésions dans 31% des cas, conduisant à un changement de plan thérapeutique chez 56 % de nos patients. Ce taux évidemment élevé par rapport aux données de la littérature trouve ici son explication dans la grande sélectivité des patients de notre série, qui associe seulement des patients avec maladie d'emblée étendue métastatique.

A la lumière de toutes ces données sus citées, une conclusion finale quant à l'utilité de la TEP dans le bilan d'extension initial des CCR dans tous les cas, ne peut être formulée. Des études menées sur des séries homogènes de grandes tailles restent nécessaires avant de se prononcer sur l'utilité et éventuellement l'indication systématique du TEP-FDG dans le staging initial.

Cependant, lors de tous ces bilans réalisés, deux points importants se dégagent clairement et semblent constituer des limites à l'indication systématique du TEP à un stade début, y compris dans le dépistage des CCR :

- L'insuffisance du TEP-FDG dans les lésions infra centimétriques, notamment dans les petits foyers ganglionnaires et péritonéaux ;
- Les taux élevés de faux positifs liés à la fixation physiologique du FDG au niveau du tractus digestif, notamment chez les patients diabétiques.

3-2-Dans le diagnostic de récurrences :

Il est bien connu que le CCR récidive chez 30% des patients dans les 2ans qui suivent la chirurgie. Le diagnostic de ces récurrences repose sur le dosage de surveillance par l'ACE, qui assure à lui seul le diagnostic de récurrence chez 60% des cas, précédant de 4,5 à 8 mois l'expression clinique de celle-ci [postgrad med 2010]. Chez les patients avec ACE élevé et TDM incertaine, la TEP/FDG présente une sensibilité de détection des récurrences de 67 à 75% [46]. D'un autre côté, la TEP possède une valeur prédictive négative de 95 à 100% [47], ce qui constitue le point fort de sa prescription dans cette situation. Dans notre série, parmi 9 patients ayant bénéficié d'une TEP sur élévation isolée d'ACE, 5 ont eu une TEP négative, autorisant la continuité de leur surveillance et leur évitant une chirurgie inutile.

Dans certains cas de CCR, après chirurgie et/ou radiothérapie, des masses pré sacrées de structure fibreuse, difficiles à vérifier par imagerie classique seule, apparaissent. En sachant que dans cette situation, la TEP-FDG apporte une sensibilité et une spécificité de 100% et 96% respectivement [48], et que l'identification de foyers de récurrence à ce niveau permet une révision chirurgicale curative, on comprend très bien que la TEP reste très utile pour l'exploration du pelvis chez ces patients. Dans cette région anatomique particulière, la TEP apporte une sensibilité de détection de récurrence de 90 à 100% et une spécificité de 40 à 90% vs 74% et 50% respectivement pour la TDM [49, 50, 51]. La valeur prédictive positive de la TEP avoisine les 100 % [11] (figure récurrence). Il reste à souligner simplement que cette sensibilité élevée s'abaisse à 58% lorsqu'il s'agit de carcinome mucineux connu par son hypocellularité par rapport aux autres variétés histologiques [49, 50].

En matière de récurrence avérée, le bilan d'extension conditionne la prise en charge thérapeutique. La première question qui tombe à l'esprit est celle de savoir s'il existe une/ou des lésions accessibles à un geste chirurgical. Dans ces cas de figure, Valk et al [52] ont utilisé la TEP-FDG pour essayer de répondre à cette question. Leurs résultats étaient prometteurs avec des valeurs de sensibilités et spécificité pour la TEP élevées, atteignant respectivement 93% et 98% vs 69% et 96 % respectivement pour la TDM. Il se dégage aussi de leur étude que la TEP démasque des lésions supplémentaires chez 39% des patients qui ne présentaient qu'un seul site de récurrence à la TDM. Dans une autre étude menée par Lai et al [53], la TEP permet d'identifier de nouvelles lésions non vues au scanner chez 25% des patients et, permet l'identification correcte des patients devant bénéficier d'un geste chirurgical sur la ou les lésions métastatiques.

Dans notre série, parmi 20 patients ayant bénéficié de TEP dans le cadre de suspicion de récurrence à distance sur la TDM, 5 seulement ont eu une TEP positive soit 25% des cas. Chez 5 autres patients ayant bénéficié de TEP pour récurrence locale positive à la TDM, 4 ont présenté, en plus de la récurrence locale, des foyers à distance. Au total, la TEP a été positive chez 10 patients parmi 25 avec récurrence positive à la TDM, soit un taux de 40%. Dans ce contexte, notre série montre bien que la TEP était d'une grande utilité, confirmant les localisations hépatiques opérables et orientant la stratégie thérapeutique dans les cas de localisations métastatiques non opérables, notamment celles péritonéales et/ou celles multiples.

Dans l'évaluation des foyers à distance, la TEP permet le diagnostic de métastases hépatiques, avec une sensibilité et une spécificité de 87% et 88% respectivement contre 68% et 86% pour la TDM seule. En plus, la TEP permet l'identification de localisations extra hépatiques dans

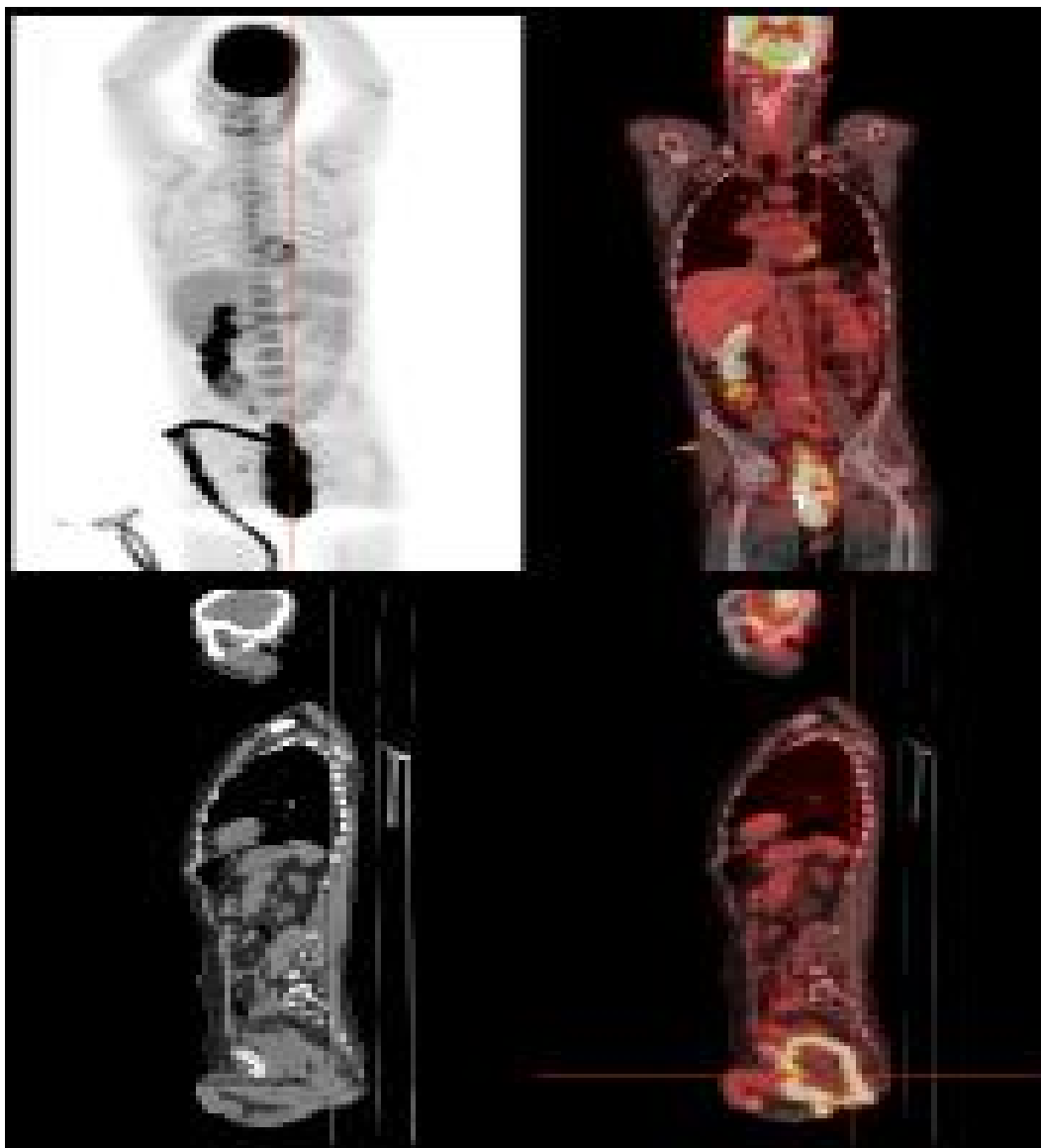


Figure 24 : Image TEP-TDM chez un patient opéré pour ADK rectal infiltrant, montrant une masse hypermétabolique à centre nécrosé de la loge rectale en faveur de récurrence locale sans extension régionale ou à distance. Le SUV max de la lésion est de 13.3.

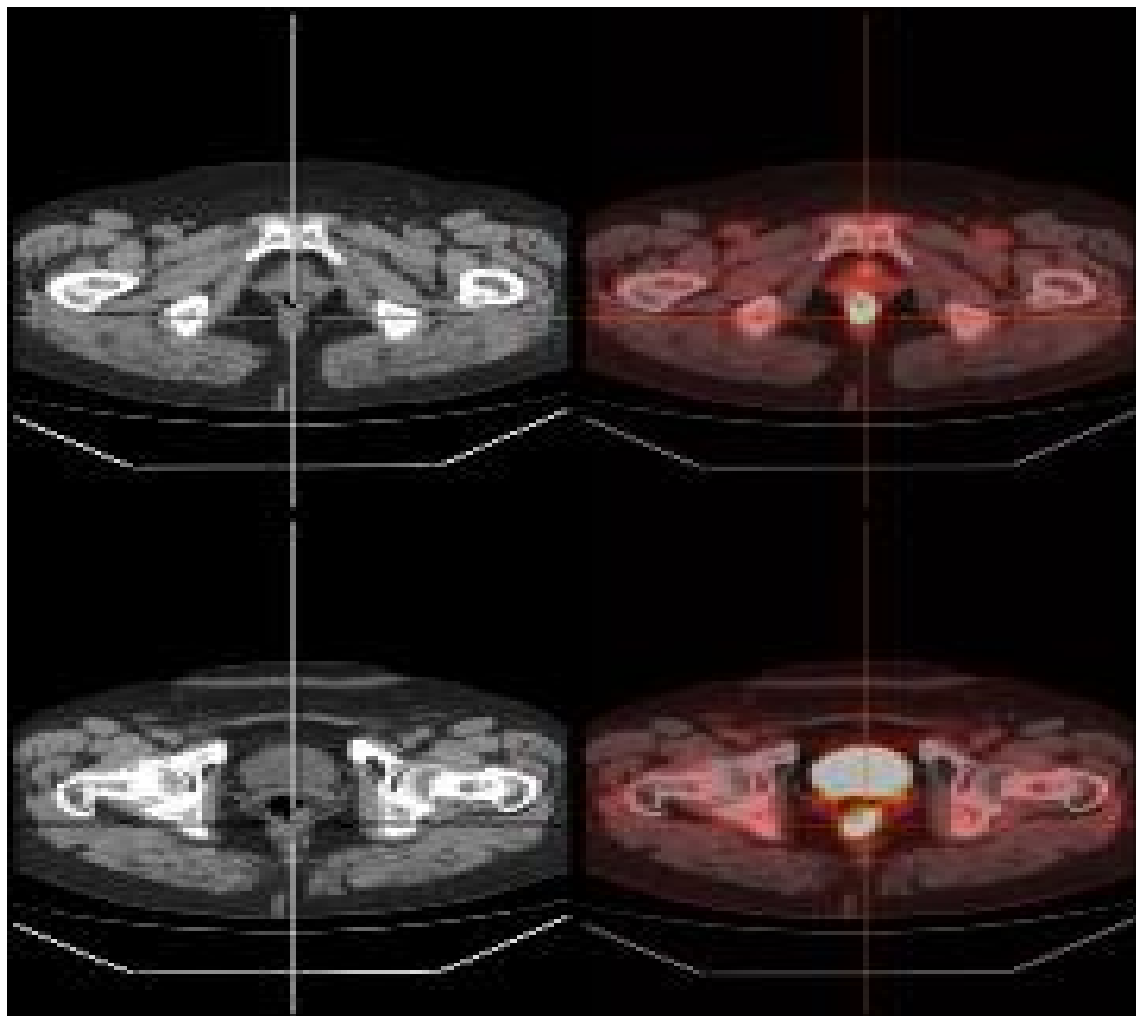


Figure 25 : TEP-FDG réalisée devant l'élévation des marqueurs tumoraux, chez une patiente traitée il y 2 ans pour un ADK du rectum. Images scannographique et de fusion en coupes axiales montrant une récurrence locale.

21% des cas de plus par rapport à la TDM-TAP [54-55]. Lorsque les métastases hépatiques sont uniques, la TEP permet de réduire de 17 % le nombre d'interventions inutiles [10].

Dans l'évaluation des foyers pulmonaires, la TEP s'est montrée insuffisante par rapport à la TDM dans les lésions de petites tailles, souvent masquées par l'effet de volume partiel et les mouvements respiratoires des patients [51]. Cependant, à ces petites tailles, lorsque les lésions structurales fixent le FDG, la suspicion de leur nature secondaire devient très forte.

3-3-Evaluation de la réponse au traitement :

Outre l'intérêt diagnostique de la TEP dans les CCR, son utilité dans le suivi de la maladie, notamment dans l'évaluation post-thérapeutique est reconnue par de nombreux auteurs [56, 57]. Cascini et al [58] ont montré, sur une population de 33 patients porteurs d'adénocarcinome du bas rectum, que la TEP-FDG, avec un examen réalisé 12 jours après le début de la radio-chimiothérapie première, apportait des informations pertinentes. En effet, les valeurs de SUV et leur évolution depuis l'examen initial, apparaissent bien corréliées à la réponse tumorale appréciée sur la pièce d'exérèse chirurgicale : diminution de 62% du SUVmax chez les répondeurs, contre 22% seulement chez les non répondeurs. La valeur seuil de 52% pour le SUVmoyen et 42% pour le SUVmax permet d'identifier les patients répondeurs avec une sensibilité de 100 %. L'intérêt potentiel d'une telle approche est d'identifier les patients susceptibles de bénéficier d'une chirurgie préservatrice sphinctérienne.

Il convient de noter que la TEP-FDG garde une place importante dans l'évaluation post thérapeutique après radio-chimiothérapie, et ce malgré qu'elle ne soit pas une indication actuellement reconnue comme standard [59] (figure 26). Cette évaluation trouve son intérêt pour les métastases hépatiques après traitements par radiofréquence [60] et pour la tumeur primitive en fin de traitement après radio-chimiothérapie à condition de respecter un intervalle de plus de 4 semaines selon des études assez récentes [61].

Dans notre service, 12 patients ont bénéficié d'une TEP-TDM dans ce contexte. Pour ces patients la TEP-TDM était douteuse ou montrait une absence de réponse thérapeutique tandis que la TEP objective une absence totale d'hypermétabolisme pathologique chez 3 patients parmi 12, soit un taux de 25 %.

D'un autre côté, la TEP offre une possibilité remarquable pour la quantification et le suivi des lésions fixantes après traitement. En effet, l'intensité de la fixation de la tumeur primitive reste une valeur prédictive de survie. De GEUS-Oei et al.[62] trouvent une médiane de survie de 32 mois lorsque le SUVmax moyen est inférieur à 3.4 contre 19 mois lorsque ce SUV max moyen est supérieur à 4.6. Dans notre série nous manquons de données suffisantes pour pouvoir évaluer ce résultat. Ceci, par manque d'informations sur le devenir de plusieurs de nos patients. Nous pouvons cependant donner l'ordre de grandeur des SUVmax dans notre série et les limites supérieure et inférieure concernant cet index. Ainsi, le SUVmax moyen calculé au niveau des masses tumorales primitives était de 12.9 avec des extrêmes de 4.6-18.3, toutes localisations anatomiques confondues. Ces niveaux de fixation sont valables

tous types histologiques confondus, sauf pour les adénocarcinomes mucineux qui ne représentent que 2 cas parmi les 62 de nos patients et chez qui aucune fixation n'a été objectivée : ces patients ont subi préalablement un geste chirurgical sur la tumeur avant TEP. Dans l'étude des variations de SUVmax en fonction du type histologique, T.Cassou-Mounat et al, ont obtenu une différence significative entre groupes d'adénocarcinomes et groupe d'adénome de bas grade [63]. D'autres auteurs ont également pu constater une différence significative entre les SUV max de leurs groupes formés par les adénocarcinomes, les polypes de bas grades et les polypes hyperplasiques [63-64].

Concernant les localisations secondaires, la fixation à leur niveau reste également élevée, avec des SUVmax très variables en fonction des localisations anatomiques. Dans notre série, la valeur du SUVmax a atteint 16.3 au niveau hépatique avec un SUVmax moyen de 8.2 au niveau hépatique et 9.6 au niveau osseux. Mais, cette valeur s'abaisse profondément jusqu'à 1.9 au niveau pulmonaire et 1.5 au niveau ganglionnaire. Ces valeurs basses montrent bien que la vigilance de l'isotopiste et son expérience jouent pour beaucoup dans l'identification des foyers suspects.

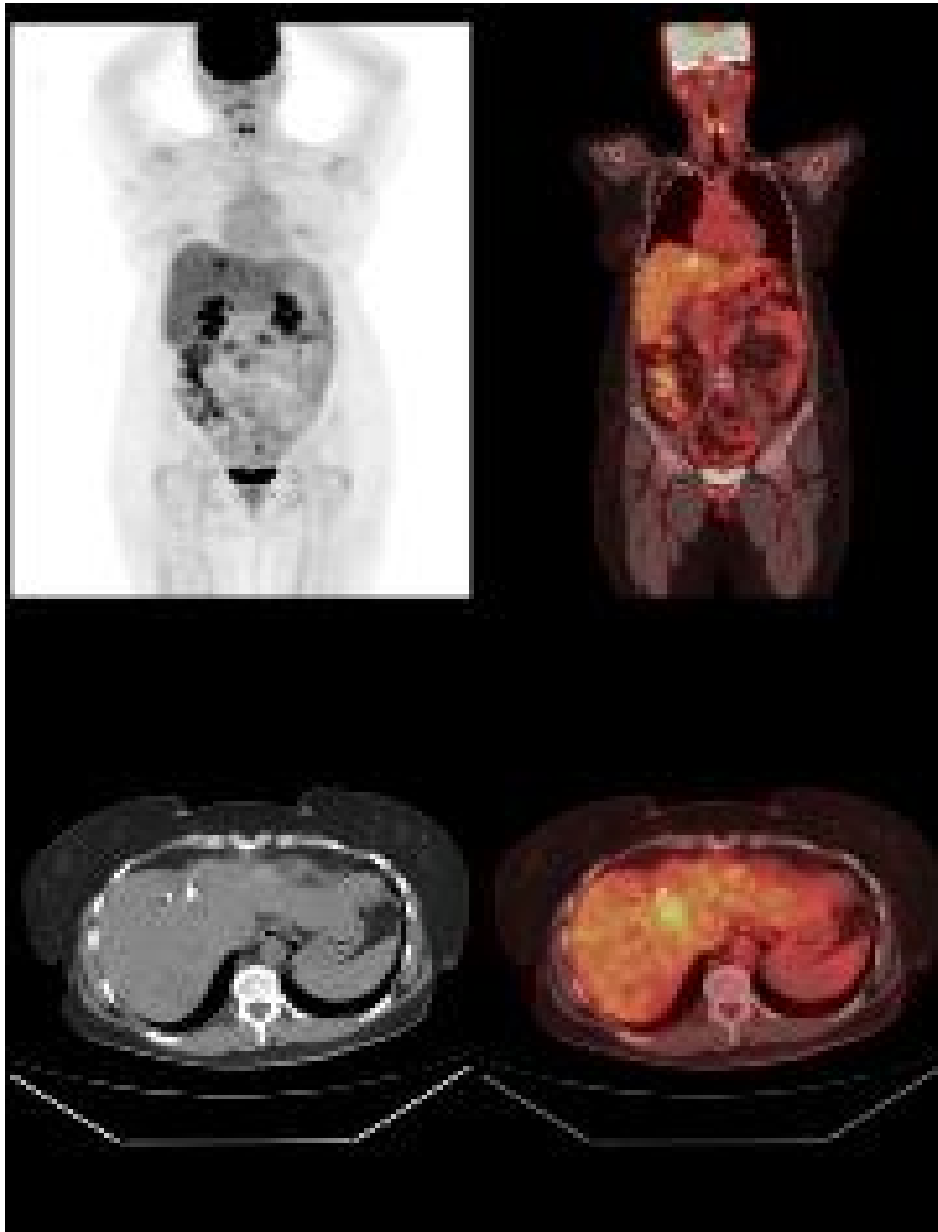


Figure 26 : Patiente opérée pour adénocarcinome colique d’emblée métastatique au niveau hépatique (segments IV, V ; VI et VII). TEP-FDG demandée pour évaluation des lésions hépatiques après 12 cures de chimiothérapie, montrant la persistance d’un foyer hépatique hypermétabolique (SUV max=5.6) du segment IV avec disparition des autres foyers.

Il reste à préciser que la quantification au niveau des tumeurs primitives trouve une moyenne de 12.9 avec un écart-type de 1.6, ce qui rejoint les valeurs trouvées par et col [63]. Ces auteurs ont trouvé un cut-off $SUV_{max} = 10$ pour identifier les foyers malins parmi tous les foyers identifiés au niveau colique : un $SUV_{max} > 10$ est en faveur d'un adénocarcinome avec 3% de risque de se tromper.

A la fin de cette discussion, nous saisissons l'occasion pour rappeler que deux patients de notre série présentaient un cancer pulmonaire concomitant, chose qu'à constaté aussi [42]. et coll. , laissant un grand point d'interrogation sur cette liaison entre ces deux types de cancers et sur la nature présumée secondaire des foyers fixants dans les champs pulmonaires lors du staging ou de la surveillance d'un CCR et vice versa pour les foyers digestifs repérés lors d'une TEP réalisée pour cancer pulmonaire.

3-4-Limites, risques et coût de PET-Scan :

a. Limites et risques du TEP-FDG :

Après une longue utilisation exclusive dans les protocoles de recherche, la TEP est actuellement utilisée en routine clinique, grâce à son succès apporté par l'utilisation du FDG. Le nombre de caméras TEP installées dans le monde connaît actuellement une croissance rapide et devrait dépasser très prochainement le seuil de 1 caméra/million d'habitants dans les pays développés. En effet, l'utilisation du TEP-FDG en oncologie est en pleine expansion aujourd'hui : elle est utilisée pour la caractérisation tissulaire, dans la classification tumorale et dans l'évaluation de l'efficacité des traitements. Mais, comme pour toute technique d'exploration nouvelle, la TEP présente des limites

et des contraintes à son utilisation : d'abord, certains organes ne sont pas suffisamment explorés par cette technique, notamment ceux où le FDG se concentre de façon physiologique, en particulier les voies urinaires depuis le rein jusqu'à la vessie, le cerveau et à moindre degré le cœur. En suite, il existe des états qui peuvent être à l'origine de résultats faussés par un possible déséquilibre biochimique, notamment un état d'hyperglycémie ou d'effort physique avant examen.

De point de vue caractéristique physique, le F18 constitue un radio-isotope qui se désintègre très rapidement avec une période de 110min, ce qui nécessite beaucoup de mesures et de précautions à prendre lors de prise de rendez-vous RDV de patients candidats à un examen PET-FDG.

En dosimétrie, les patients injectés par du FDG subissent une radio exposition supplémentaires s'additionnant aux expositions relatives à l'utilisation de scanner X de repérage lié au TEP. Ainsi, chaque patient injecté par FDG sera exposé à une dose de 5 mSv, liée au rayonnement positonique du fluor 18, à 1-2 mSv liée au scanner X low dose, ou alors à 8mSv en cas d'utilisation de scanner avec injection de produit de contraste. Tout calcul fait, la dose totale est de 7 à 13 mSv comme dose efficace reçue/malade/ examen TEP-FDG [65].

A titre comparatif, les radiations naturelles exposent annuellement à une dose de 2-3mSv. La radiologie classique, notamment la TDM-TAP, expose à une dose de 8-10 mSv dans le cadre de la prise en charge du CCR.

Il paraît bien, d'après ces valeurs de doses sus citées, que les conséquences dosimétriques encourues par les patients, suite à ce supplément de doses lié à l'utilisation du TEP/CT, ne sont pas théoriquement fatales comparativement à celles engendrées par une chirurgie futile ou une chimiothérapie non fondée [66].

b. Coût surajouté du TEP-FDG :

La prise en charge du CCR est coûteuse que ce soit par les moyens de diagnostic que par les moyens thérapeutiques. Ceci, nécessite de nous une prise conscience sur l'importance que revêt l'hiérarchisation des demandes d'examens complémentaires dont la seule visée reste un diagnostic précoce, notamment dans le cadre d'un dépistage, et/ou un bilan d'extension complet aussi précis que possible pour une meilleure prise en charge de la maladie.

Le recours à des examens coûteux d'emblée, de façon systématique et sans bien fondé scientifique valable ne semble pas judicieux, à fortiori lorsque la maladie apparaît limitée au moment du diagnostic initial. Ici, l'imagerie classique permet à elle seule de faire le bilan complet. Cependant, dans les cas où l'imagerie classique se montre insuffisante et source de nombreux contre sens entre praticiens, augmentant davantage les charges pour le patient et pour le système de santé du pays, le recours à la TEP s'impose et paraît très rentable compte tenu des conséquences positives sur la restriction des couts lors de la prise en charge ultérieure, et ce malgré son coût apparaissant relativement élevé par rapport aux autres moyens d'exploration, d'environ 1000 euros (€) équivalent à 11000 - 12000 Dh Marocain. Cette rentabilité de l'examen a été vérifié dans des pays industrialisés, notamment en France avec une étude en ile de France menée sur les dépenses médicales de patient nouvellement admis en affection de longue durée pour cancer du côlon. Le cout total s'élève à 28000 €

en 2002 avec un rapport coût TEP/28000 < 4%. Plus des 9/10^{ème} du montant se voient donc imputables au cancer lui-même. Il se dégage de cette étude qu'une prise en charge plus conforme aux recommandations des experts n'augmenterait en rien les coûts et, conjuguée à une plus grande précocité du diagnostic, elle les diminuerait plutôt de 15 à 25% [67]. L'étude montre également que le coût de prise en charge augmente fortement avec la gravité de la tumeur, notamment l'élévation des coûts liée à la chimiothérapie.

4-Perspectives d'avenir :

Les stratégies de diagnostic et la prise en charge de certains cancers ont connu un développement important ces dernières années grâce à la TEP-FDG, qui de part ces avantages dans la détection et la localisation des tumeurs malignes, permet leur stadification exacte, donc une meilleure prise en charge. Cependant les objectifs exigés semblent non encore atteints et des améliorations restent demandées et attendues. Les réflexions actuelles sont fixées sur plusieurs volets :

- 1- L'amélioration de la résolution des caméras PET pour pouvoir détecter des micrométastases et des cancers débutants.
- 2- L'évaluation cérébrale limitée en TEP-TDM demande le développement de machines hybrides PET-IRM. Mais plusieurs problèmes sont apparus lors de la réalisation de ce projet, en particulier les champs magnétiques de l'IRM qui perturbent les photomultiplicateurs du PET et l'électronique du PET qui influe sur les acquisitions IRM. Actuellement, on dispose sur le marché de machines :

-PET et IRM intégrés : il s'agit d'une seule machine permettant une acquisition en 3D simultanée du corps entier. Il associe un protocole d'acquisition IRM standard et de PET collecte les données en arrière-plan. L'examen dure 45-75 minutes selon qu'il y ait injection de produit de contraste ou non.

-PET et IRM bout à bout : les anneaux PET et IRM sont séparés de 3m et connectés par un lit d'examen unique pivotant à 180 degrés. Ceci permet le déplacement du patient sans qu'il bouge. L'acquisition dure 24-30minutes (figure 27).

-PET et IRM cote à cote : les 2 machines sont dans des salles adjacentes. Le patient est déplacé sur une table coulissante d'une salle à l'autre. Cependant, le patient doit impérativement garder la même position.

Les deux premiers sont déjà utilisés dans des structures majoritairement pour la recherche, en Europe, aux USA, au Canada et en Australie. Plusieurs études ont été faites ou sont en cours pour leur utilisation en oncologie, surtout pour le cerveau. Dans le cadre des cancers bronchiques, Schwenger et al en 2012, dans une étude faite sur 10 patients, en comparant les performances du PET-Scan et du PET-IRM pour la stadification, ont retrouvé des performances similaires [68]. Il serait peut être intéressant de faire des études avec un plus grand nombre de patients pour obtenir de plus amples informations. Pour l'instant, l'impact de ses machines est donc purement hypothétique

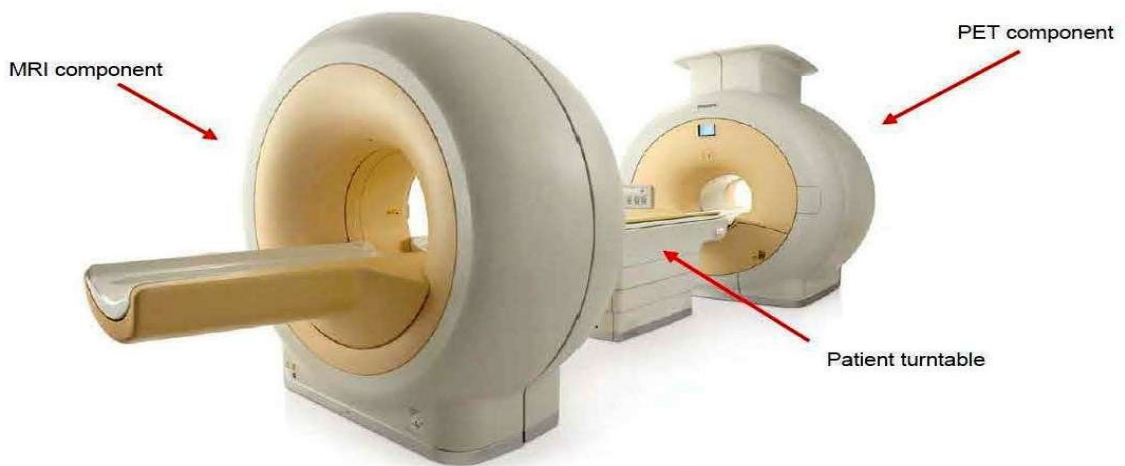
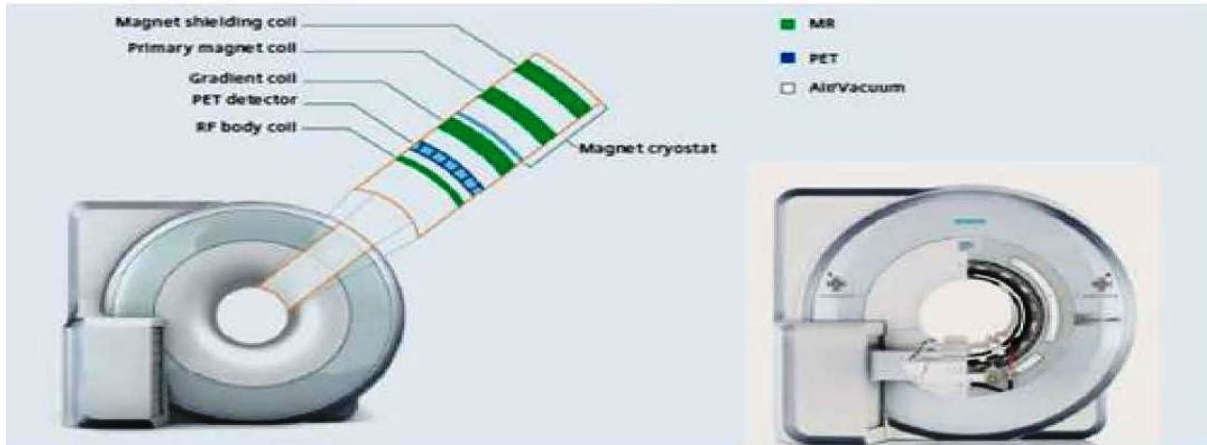


Figure 27 : images d'un statif PET-IRM.

Tableau 11 : Tableau résumant les paramètres étudiés et les traceurs utilisés en TEP, en routine clinique et dans le domaine de la recherche [67]

Paramètre étudié		Traceur
Débit sanguin		$^{15}\text{O-H}_2\text{O}$, $^{15}\text{O-CO}^2$
Métabolisme	glucose	^{18}F -déoxyglucose
	oxygène	$^{15}\text{O-O}^2$
	acides aminés	L- ^{13}N -glutamate, -alanine
	acides gras	^{11}C -palmitate
	dopamine	6- ^{18}F -fluoro-L-dopa
	acétylcholine	^{11}C -physostigmine, ^{11}C -MP4A
Synthèse protéique		^{11}C -méthionine, ^{11}C -leucine
Récepteurs		
* Adrénérgiques	béta-adrénérgiques	^{11}C -CGP 12177
* Benzodiazépines	centraux	^{11}C -flumazénil
	périphériques	^{11}C -PK 11195
	centraux et périphériques	^{11}C -flunitrazépam, ^{11}C -diazépam
* Cholinérgiques	muscariniques	^{11}C -MQNB
	périphériques	
	muscariniques centraux et périphériques	^{11}C -QNB, ^{11}C -dézétimide, ^{76}Br -dézétimide
* Dopaminérgiques	nicotiniques	^{11}C -nicotine
	D1	^{11}C -SCH 23390
	D2	^{11}C -raclopride, ^{76}Br -bromolisuride
* Opioïdes		^{11}C -carfentanyl, ^{11}C -diprénorphine
* Sérotoninérgiques	SHT2	^{11}C -kétansérine, ^{11}C -ritansérine

3-Sur le plan biologique et biochimique, de nouveaux radio traceurs sont en cours d'évaluation : des acides aminés radios marqués comme la méthionine-C11 et la tyrosine-C11 (ou tyrosine-F18) mais aussi le 18F-fluorothymidine, un traceur prometteur qui permet la mesure directe de la prolifération cellulaire (Tableau 11). Les recherches et études en cours n'en sont qu'à leur début et nul doute que les résultats seront fructueux, apportant plus d'information ou sinon orientant vers de nouvelles perspectives.



Conclusion

Le diagnostic des cancers colorectaux, qui représentent la deuxième cause de mortalité, repose sur la coloscopie avec biopsie. La majorité des patients bénéficie lors du diagnostic d'une intervention chirurgicale et le bilan d'extension initial n'est pas exhaustif. Le suivi fait appel entre autres à la surveillance des marqueurs (ACE), en sachant que la fréquence des récurrences et métastases des CCR est de 30 à 40 % dans les 2 à 3 années après la chirurgie et que seulement 59 % des récurrences s'accompagnent d'une élévation des taux de l'ACE. Près d'un quart des métastases hépatiques des CCR sont résecables et les récurrences pelviennes des cancers rectaux sont accessibles à une nouvelle chirurgie à condition qu'il n'y ait pas de métastase à distance.

La TEP-FDG trouve sa place dans le diagnostic de récurrence des CCR en cas d'élévation confirmée et isolée de l'ACE chez un patient déjà opéré. Avec des sensibilités et spécificités élevées. Cette exploration pourrait même devenir l'examen de première intention dans cette indication. La technique apparaît supérieure au scanner abdomino-pelvien dans la détection des récurrences et métastases avec une sensibilité de 90 % et une spécificité supérieure à 70 %, elle est donc indiquée dans le bilan préopératoire des récurrences locorégionales et métastatiques. D'autres indications attendent confirmation par le biais de protocoles prospectifs, comme la place de la TEP-FDG dans le bilan initial préopératoire, surtout quand il existe une discordance entre l'imagerie conventionnelle normale et la concentration d'ACE préopératoire élevée (qui semble indiquer un risque élevé de métastases). L'interprétation des examens doit être confrontée à tout le bilan de la maladie. En effet, des faux positifs ont

été décrits en rapport avec la captation du ^{18}F -FDG par les macrophages des lésions inflammatoires comme les colites pseudomembraneuses, la maladie de Crohn, les rectocolites, les abcès sur sigmoïdite diverticulaire, ou dans le cas d'antécédents de radiothérapie. Une étude par colonoscopie avec histologie reste nécessaire donc quand la TEP-FDG est positive. Des faux négatifs sont surtout en rapport avec la petite taille de certaines tumeurs. Quand le diamètre des foyers de récurrence est inférieur à 10 mm ou dans le cas de nodules de carcinose péritonéale souvent de taille infra centimétrique, la TEP-FDG détecte seulement que 25 % des localisations. Une autre cause de faux négatifs est la présence d'une tumeur nécrosée avec couronne cellulaire périphérique trop fine (inférieure à la résolution spatiale de l'appareil), ou avec stroma abondant et cellularité pauvre, comme les cancers mucineux hypocellulaires où la sensibilité de détection de la TEP-FDG est de seulement de 58 %. [69, 70, 71].

Notre série rapporte 16 patients admis pour bilan d'opérabilité : la TEP-TDM a permis de trouver plus de 37% de localisation métastatiques non objectivées à la TDM-TAP, contrastant avec l'absence de changement de la classification TNM-initiale.

En raison du caractère « corps entier » de ce type d'imagerie scintigraphique, il n'est pas rare de découvrir un second cancer ou des lésions précancéreuses, notamment au niveau colorectal. C'est pourquoi, devant la découverte fortuite d'une hyperfixation intestinale focale, il est recommandé de réaliser une coloscopie [72].



Résumés

RESUME

Titre: Apport du PET-Scanner dans le cancer colorectal (A propos de 62 cas).

Auteur: Amira Brahim.

Mots clés: PET-Scanner. Cancer colorectal.18-FDG.

Introduction: le PET-Scanner est une nouvelle technique d'imagerie médicale, utilisant le 18 FDG comme traceur radioactif, qui s'est imposée comme exploration médicale de pointe en oncologie. Nous rapportons dans cette étude notre expérience à propos de 62 cas.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 62 patients de cancers colorectaux colligés au service de médecine nucléaire de HMIMV de Rabat, durant une période de 4 ans. La révision des dossiers porte sur les résultats de la TDM-TAP et de l'ACE en fonction des types histologiques et de l'indication de l'examen.

Résultats : Dans 12 TEP réalisés pour évaluation de l'efficacité thérapeutique 02 se sont avérés négatifs après traitement. Dans les indications standards, le TEP a permis de redresser la prise en charge thérapeutique chez 75 % des patients en suspicion de récurrence, chez 25% des patients étudiés dans le cadre de bilans d'opérabilité et chez 80% des patients pris dans le cadre de restadification après récurrence locale sur TDM. Chez 9 patients avec élévation d'ACE isolée, le TEP s'est montrée supérieure à la TDM avec meilleure prise en charge dans tous les cas.

Discussion et conclusion: Notre série confirme l'intérêt de la TEP-TDM dans les indications standards et soulève la grande utilité de celle-ci dans l'évaluation après traitement et son apport dans le staging initial dans des cas précis en particulier dans les tumeurs à des stades avancés. Elle mérite son extension à des séries plus homogènes et plus étendues afin de dégager d'autres indications formelles.

SUMMARY

Title: PET Scanner Contribution in colorectal cancer (About 62 cases).

Author: Amira Brahim.

Keywords : PET-Scanner. Cancer colorectal.18-FDG.

Introduction: PET-Scanner is a new medical imaging technique, using 18 FDG as radioactive tracer, which has become an advanced exploration Medical Oncology. We report our experience in this study about 62 cases.

Equipments and Methods: This is a retrospective study of 62 patients with colorectal cancers collected by the nuclear medicine service HMIM V in Rabat, during a 4-year period from 2012 to 2015. All our patients have received a PET-CT decided in the context of multidisciplinary concentration meetings. The file review discusses the results of CT-TAP and ACE according to histological types and indication of the exam.

Results: In 12 PET performed for evaluation of therapeutic efficacy 02 was negative after treatment (16%). In standard indications, the PET has helped redress the therapeutic management in 75% of patients with recurrence, in 25% of patients studied in the context of operability balances by eliminating all secondary home and in 80% patients taken in the context of local recurrence after restaging authenticated on CT. 9 patients with isolated elevation of ACE, the PET was superior to CT allowed better therapeutic management in all cases.

Thread and Conclusion: Our study confirms the value of PET-CT in standard indications and raises great use of it in the evaluation after treatment and his contribution in the initial staging in specific cases particularly in tumors with advanced stages. It deserves its extension to more homogeneous series and more extended in order to identify other formal indications.

ملخص

العنوان: دور التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني في تشخيص سرطان القولون والمستقيم
(معلومات عن 62 حالة)

المؤلف: أميرة إبراهيم.

الكلمات : التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني .

المقدمة: التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني هي تقنية جديدة في التصوير الطبي، وذلك باستخدام ال 18 FDG كمتتبع إشعاعي، و الذي أصبح اكتشافا طبيا متقدما في علم الأورام. نفيديكم في دراستنا هذه أن تجربتنا قد أجريت على 62 حالة.

أدوات و تقنيات : هذه دراسة بأثر رجعي على 62 مريضا مصابين بسرطان القولون والمستقيم جمعت في خدمة الطب النووي بالمستشفى العسكري محمد الخامس بالرباط، لمدة طالت 4 سنوات من عام 2012 إلى عام 2015. وقد تلقى جميع المرضى التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني بقرار أخذ في سياق الاجتماعات المركزية المتعددة التخصصات . يناقش ملف المراجعة نتائج التصوير المقطعي و ACE وفقا لأنواع النسيجية وإشارة الامتحان.

النتائج : في 12 حالة PET أديت لتقييم الكفاءة العلاجية 02 من تلك الحالات كانت سلبية بعد العلاج (% 16) . في المؤشرات القياسية، ساعد التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني معالجة الإدارة العلاجية في 75% من تكرار يشتبه في المرضى، 25% من الحالات التي درست في سياق أرصدة عمليات التشغيل من القضاء على الموطن الثانوي كليا و في 80% من المرضى المختارين في إطار إعادة تقييم المرحلة بعد تكرار محلي موثق على التصوير المقطعي . 9 من المرضى الذين يعانون من ارتفاع ACE المعزول ، كان التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني متفوق على التصوير المقطعي و قد سمح بتقديم علاج أفضل في جميع الحالات..

النقاش و الخلاصة : دراستنا تؤكد أهمية التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني في المؤشرات القياسية وتثير فائدته الكبيرة في تقييم ما بعد العلاج و مساهمته في تحديد المراحل الأولى عند حالات محددة وخصوصا في أورام المراحل المتقدمة . وهو يستحق امتدادها إلى سلاسل أكثر تجانسا وتوسع أكبر من أجل تحديد مؤشرات رسمية أخرى.





Figure 1 : Vue d'ensemble d'un cyclotron et ses dimensions en hauteur comparées à celles d'un manipulateur.

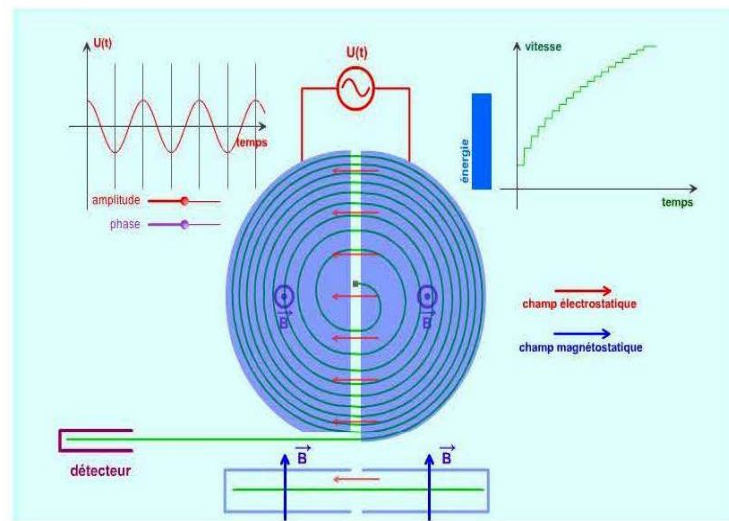


Figure 2 : Schéma de principe physique d'un cyclotron.

ANNEXE I

A propos du cyclotron médical

Le cyclotron est un accélérateur de particule qui produit des isotopes par réaction nucléaire à l'aide de deux champs : l'un électrique et l'autre magnétique. Cet accélérateur, inventé par Ernest Orlando Lawrence et Milton S. Livingston de l'université de Berkeley en Californie (Figure 1), est formé de deux demi-cylindres séparés par un petit espace, soumis ensemble à un vide. Des ions introduits au centre du cyclotron sont soumis à un champ magnétique transversal, qui les oriente sur une trajectoire en spirale et à un champ électrique qui les accélère en leur insufflant un quantum d'énergie à chaque passage : le champ électrique est cantonné dans les deux demi-cylindres et les ions sont alors accélérés deux fois par tour (Figure 2). A leur sortie du dispositif, les ions ont acquis des énergies de plusieurs MeV et une vitesse de sortie directement liée au rayon du dernier rayon (parfois proche de celle de la lumière). Ils seront conduits aux cibles qu'ils frappent, produisant les isotopes radioactifs recherchés.

Dans le cas de cible faite d'eau enrichie en oxygène 18, le fluor 18 produit sera incorporé au glucose en passant par plusieurs réactions chimiques dans un automate de synthèse. Le produit une fois fini, sera purifié, stérilisé et contrôlé avant son expédition à l'hôpital pour injection aux patients.

ANNEXE 2

Recommandations du comité scientifique pour la prescription d'examens PET-Scanner au 18-FDG Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V de Rabat : (Février 2012)

A- Oncologie:

1. Cancers gynécologiques:

a. Sein:

- Lors du bilan d'extension initial des tumeurs agressives (triple négatifs, T4 et/ou localement avancé).
- Lors du diagnostic des récurrences occultes (marqueurs tumoraux augmentés avec imagerie morphologique négative).

b. Col utérin:

- Lors du bilan initial d'extension ganglionnaire (> IB) couplé au bilan morphologique usuel (IRM, etc).

c. Ovaire:

- Lors du diagnostic des récurrences occultes (marqueurs tumoraux augmentés avec imagerie morphologique négative).

2- Cancers de la sphère ORL:

- Lors du bilan initial pré-radiothérapie pour délimiter le volume cible et les atteintes ganglionnaires. - Lors d'adénopathies cervicales isolées dont le cancer primitif est inconnu.
- Lors de la suspicion d'une récurrence tumorale avec bilan normal : imagerie et biopsies non contributives.

3- Cancers broncho-pulmonaires:

- Lors du bilan initial des cancers non à petites cellules non métastatiques à distance.

4- Cancers Digestifs:

a. Colorectaux :

- Lors du bilan initial préopératoire si présence de métastases hépatiques et pulmonaires résécables.
- Lors du diagnostic des récurrences occultes (marqueurs tumoraux augmentés avec imagerie morphologique négative).

b. Œsophage:

- Lors du bilan d'extension initial des cancers non métastatiques à distance.

c. Canal anal:

- Lors du bilan initial avant radiothérapie (ganglions inguinaux).

d. Tumeurs stromales gastro-intestinales (GIST):

- Lors du bilan d'extension initial d'un GIST non métastatique à distance.
- Les autres cancers et les autres indications seront discutés au cas par cas:

Notamment: les cancers du pancréas, de l'estomac, bili-pancréatiques, endocriniens (surrénaux et néoplasies endocriniennes multiples), les sarcomes des tissus mous, les mélanomes, les cancers du rein, les cancers de la vessie, les tumeurs du système nerveux central, etc.

B. HEMATOLOGIE:

Le TEP-Scan devra être réalisé à l'admission et à la fin du traitement pour tous les nouveaux patients présentant un lymphome non hodgkinien à grandes cellules B (moyenne de 40 à 60 nouveaux cas par an) et ceux avec une maladie de Hodgkin (moyenne de 20 nouveaux cas par an).

Quant à l'évaluation précoce, elle sera effectuée par les autres examens usuels (TDM, IRM, etc).

NB : Lors du bilan d'extension initial des tumeurs agressives (triple négatifs, T4 et/ou localement avancé ; c'est par définition, stades III de l'AJCC/UICC, et pour certains auteurs toute tumeur de plus de 5 cm).



Références

- [1] **Bonerdel G, Vedrine L, Aupee O, Gontier E, Le Garlantezec P, Soret M, Foehrenbach H.** Evaluation of herapies in oncology by positron emission tomography : towards therapeutical personalization. Bull Cancer 2009, 96: 213-226.
- [2] **Rankovitch A.** Positron scanner for locating Brain Tumors. IEEE Transactions on Nuclear Sciences 1962, 9: 45-49.
- [3] **Warburg O, Wind F, Negelein E.** The metabolism of tumors in the body, J Gen Physiol 1927, 8 : 519-530.
- [4] **Warburg O,** on the origin of cancer cells, Science 1956, 123 :309-314.
- [5] **Ray naud FR, Hugo J, Steiwling W.** Position emission tomography ; current use in internal medecin and future perspective. Rev MED interne 2006, 27 : 932-945.
- [6] **Zhuang H, Yu JQ, Alavi A.** Applications of fluorodeoxy-glucose-PET imaging in the detection of infections and inflammations and other be migh disorders. Radiol ClinNorth in 2005, 43 :121-134.
- [7] **G voheux D, Hindie E, Tredamiel J, Giraudet AL, Vaylet F, Berenger N, Morett JL.** PET-CT for evolution of the solitary pulmonary nodule : an update, Rev Mal Respir 2009, 26 :104-1-1055
- [8] **Masakazy Hatawaka.** Transport of sugar in tumor cell membranes. Biochem Biophys Actor 1974 ; 355 : 77-104.

- [9] **Registre des cancers** à Rabat 2005
http://www.contrelecancer.ma/site_media/uploaded_files/RCRC_-_28_mai_2012.pdf.
- [10] **Ferlay J, Bray F, Pisani P, Parkin DM.** International Agency for Research on Cancer (IARC). GLOBOCAN 2002: Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide. CancerBase No. 5, version 2.0. Lyon, France: IARC Press; 2004.
- [11] - **Ferlay, J., Soerjomataram, I., Ervik, M., Dikshit, R., Eser, S., Mathers, C., Rebelo, M., Parkin, D.M., Forman, D., Bray, F.:** **GLOBOCAN 2012 v1.0**, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 11 [online]. International Agency for Research on Cancer, Lyon (France) 2013.
- [12] **Ferlay J. Globocan 2000. 2001.** LYON, IARC press. Ref Type: Data File classification revisited .UICC- international union against cancer. 2002.
- [13] **J.Faivre- Registre Cancers Digestifs** (EPI 0106, Faculté de Médecine, BP 87900, 21079 Dijon Cedex.
- [14] **Kabouri Kh,** Cancer colorectal chez le jeune de moins de 4à ans à propos de 110 cas, Thèse de Médecine de FMPR, 2000, Numéro 80, Page :13.
- [15] **Courtois B. et al.** Les cancers recto-coliques chez le sujet jeune.Gastroenterol Clin. Bio 1998; 12: 624-628.

- [16] **Faith. D O'Grady M.D.**How long is the five centimeter margin..Surgery and gynecology obstetrics 163, 2, Augst 1986 101-103.
- [17] **Okuno M. et al.**Colorectal carcinoma in young adults.The American journal of surgery, Volume 154, SEP 1987: 264-268.
- [18] **ABI F., EL Fares F., Bouzidi A.** Les kystes hydatiques du foie à propos de 181 cas dont 150 compliqués. Lyon Chir. 1988, 84/6 : 418 – 420.
- [19] **Nadir S. et al.** Les cancers du rectum de l'adulte jeune à propos de 38 observations.ANN Gastroenterol hepatol, 1995, 31, N°3? P. 154-156.
- [20] **Prévention, dépistage et prise en charge** des cancers du côlon. Conférence de consensus. Conclusions et recommandations du jury. Texte du consensus. Texte long. Gastroenterol Clin Biol 1998;22:S275-88.
- [21] **Viguié J, Bourlière P, Karsenti D, Decalan L, Danquechin Dorval E** Cancer du colon.EMC;gastro-entérologie 2000 ; 9-068-A : 1-16.
- [22] **Glimelius B, Gronberg H, Jarhult J, Wallgren A** A systematic overview of radiation therapy in rectal cancer Acta oncologica 2003; 42: 476-92.
- [23] **Classification TNM (UICC révision 2002)** des tumeurs coliques.
- [24] **Classification TNM (UICC Révision 2002)** des tumeurs rectales.

- [25] **Diagrammes du référentiel régional d'oncologie** digestive (2009) du réseau onco-pays de la Loire pour le diagnostic, le traitement et la surveillance des cancers digestifs (WWW.ONCO-paysdelaloire.com)
- [26] **Dukes, C.E.** The classification of the cancer of the rectum. *J Pathol Bacteriol* .1932; 35: 323-333 ; 193226-Rasmus K Petersen, Soren Hess, Abass Alavi, Poul F Hoiland-Carlsen. Clinical impact of FDG-PET/CT on colorectal cancer staging and treatment strategy. *Am J Nucl Med Imaging* 2014 ; 4(5) : 471-482.
- [27] **Ferlay j. et all.** Globocan 2002 : cancer incidence, mortality and prevalence worldwide. IARC Cancer base N°5, version 2.0. IARC Press Lyon 2004.
- [28] **Paschos KA, Bird N.** Current diagnostic and therapeutic approaches for colorectal cancer liver metastases *HippoKratia* 2008 ; 12(3) 132-8.
- [29] **Belot A, et al.** Cancer incidence and mortality in France over the period 1980-2005. *Rev Epidemiol Santé Publique* 2008; 56 (3) : 159-75.
- [30] **Chouwhury FU, Shah N, Scarsbrook AF, Bradley KM.** 18FDG PET/CT imaging of colorectal cancer : a pictorial review. *Postgrad Med J* 2010 ; 86 : 174-182.

- [31] **National** institute for Health and clinical excellence. Improving outcomes in colorectal cancer. Manual update. London: National institute for Health and clinical excellence; 2004
- [32] **-Bretagne JF, FaivreJ**, The French National Society of Gastroenterology recommends systematic organized screening for colorectal cancer in France. *Gastroenterol Clin Biol*. 2000 ; 24 ; 492.
- [33] **Carole Pernet et all**. Déterminants socio-économiques de la participation au dépistage organisé du cancer colorectal, Calvados (France), 2004-2005. *BEH*. 12/30 Mars 2010 : 109-111.
- [34] **Fahmid U Chowdhury, Nehal Shah, Andrew F Scarbrook, Kevin M Bradley**. 18F-FDG PET/CT *Langmir American Chemical Society* 2012, 28 (50), pp 17372–17380.
- [35] **HanahanD, Weinberg RA**, Halimarks of cancer ; the next generation. *Cell* 2011, 144 ; 646-674ging of colorectal cancer : a pictorial review. *Postgrad Med J* 2010 ; 86 : 174-182
- [36] **Warburg O**. On respiratory impairment in cancer cells. *Science* 1956, 124-269-270.
- [37] **S.Nabih Oueriagli a,***, **A. Biyi a**, **A. Arsalane b**, **E.H. Kabiri b**, **H. Mansouri c**, **A.Doudouh**. Apport de la TEP/TDM dans les cancers broncho-pulmonaires : étude d'une série de 35 cas. *Médecine Nucléaire* 37 (2013) 462–465.

- [38] **R. Abgral, P.-Y. Le Roux, F. Blanc-Béguin, T. Eugène, S. Querellou, C. Bodet-Milin, F. Kraeber-Bodéré, P.-Y. Salaün.** Évaluation de la réponse thérapeutique par tomographie par émission de positons (TEP) au 18fluoro-désoxyglucose (FDG) en oncologie-hématologie. *Médecine Nucléaire* 35 (2011) 600–607.
- [39] **Richard L. Wahl, Heather Jacene, Yvette Kasamon², and Martin A. Lodge.** From Recist to Percit: Evolving Considerations for PET Response Criteria in Solid Tumors. *J Nucl Med* 2009; 50:122S–150S.
- [40] **Carl K. Hoh, John Glaspy, Peter Rosen, Magnus Dahlbom, Shay J. Lee, Lori Kunkel, Randall A. Hawkin, Jamshid Maddahi and Michael E. Phelps.** Whole-Body FDG-PET Imaging for Staging of Hodgkin's Disease and Lymphoma. *J Nucl Med* 1997; 38:343-348.
- [41] **David Groheux, Sylvie Giacchetti, Marc Espie, Laetitia Vercellino, Anne-Sophie Hamy, Marc Delord, Nathalie Berenger, Marie-Elisabeth Toubert, Jean-Louis Misset, and Elif Hindie.** The Yield of 18F-FDG PET/CT in Patients with Clinical Stage IIA, IIB, or IIIA Breast Cancer: A Prospective Study. *J Nucl Med* 2011; 52:1526–1534.
- [42] **Rasmus K Petersen, Soren Hess, Abass Alavi and Paul F. H-C.** Clinical impact of FDG-PET/CT on colorectal cancer staging and treatment strategy. *Am J Nucl Med Mol Imaging* 2014; 4(5): 471-482.
- [43] **Park J, Kim HC, Yu C, Ryu M, Kim JH, Ryu J, Yeo J, Kim JC.** Efficacy of PET/CT in the accurate evaluation of primary colorectal carcinoma. *Eur J Surg Oncol* 2006; 32: 941-947.

- [44] **Davery et al.** The impact of 18fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography on the staging and management of primary rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 2008; 51: 997-1003.
- [45] **Cipe J et al.** Routine use of positron-emission tomography/computed tomography for staging of primary colorectal cancer: does it affect clinical management. *World J Surg Oncol* 2013; 11: 49.
- [46] **Flamen P, strobants S, van cutsem e, et al.** Additional value of whole-body positron emission tomography with fluorine-18-2-fluoro-2-desoxy-D-glucose in recurrent colorectal cancer. *J Clin Oncol* 1999; 17: 894-901.
- [47] **Flanagan FL, Dehdashti F, Ogunbiyi QA, et al.** Utility of FDG-PET for investigating unexplained plasma CEA elevation in patients with colorectal cancer. *Ann Surg* 1998; 227: 319-23.
- [48] **Even -Sapir e et al.** Detection of recurrence in patients with rectal cancer: PET/CT after abdominoperineal or anterior resection. *Radiology* 2004; 232: 815-22.
- [49] **Ralf H, et al,** A meta-Analysis of the literature for whole-body FDG-PET. Detection of recurrent colorectal cancer. *J Nuc Med* 2000 ; 41 : 1177-89.
- [50] **Huebner rh, park kc, shepherd je, et al.** A meta analysis of the littérature for whole-body FDG PET detection of recurrent colorectal cancer. *JNM* 2000 ; 41 : 1177-89.

- [51] **G. Metrard et al.** Evaluation de la TEP-18FFDG dans l'exploration de la récurrence des carcinomes colorectaux. *Médecine nucléaire* 33 (2009) 547-552.
- [52] **Valk PE, Abella-columna E, Haseman MK, et al.** whole-body PET imaging with [18F] fluorodeoxyglucose in management of recurrent colorectal cancer. *Avch Surg* 1999 ;134 ;503-11.
- [53] **Lai DT, Fulham M, Stephen MS, et al.** the role of whole-body position emission tomography with [18F] fluorodeoxyglucose in identifying operable colorectal cancer metastases to the liver. *Arch Surg* 1996 ; 131 ;703-7.
- [54] **Scott A, Gunawardana D, Kelly B, Stuckey J, Byrne A, Ramshaw J, et al,** PET changes management and improves prognostic, stratification in patients with recurrent colorectal cancer : results of a multi center prospective study. *J Nuel Med* 2008 ; 49 :1451-7.
- [55] **Rosa F, Meimarakis G, Stahi A, BummR, Hahnk, Tatsch K et al.** colorectal cancer patients before resection of hepatic metastases. Impact of 18F-FDG PET on detecting extrahepatic. *Nuklear medezin*, 2004 ; 434 :135-40.
- [56] **Juweid ME, Cheson BD.** Positron-emission tomography and assessment of cancer therapy, *NEngl J Med* 2006, 354; 496-507.
- [57] **Cachin F, Kelly A, Maublant J,** Evaluation of the therapeutic response; role of isotopic imaging. *Bull Cancer* 2006, 93 ; 1191-1199.

- [58] **Cascini GL, Avallone A, Delrio P, et al.** 18F-FDG-PET is an early predictor of pathologic tumor response to preoperative radiochemotherapy in locally advanced rectal cancer. *J Nucl Med* 2006 ; 47 : 1241-8.
- [59] **Bourguet P et le groupe SOR TEP-FDG.** Stan Standard, options et recommandations 2002 pour l'utilisation de la tomographie par emission de positons au 18F-FDG (TEPFDG) en cancerologie, *Bull Cancer*. 2003 ;90 ;567-579. Revision effectuée en 2006. Disponible sur le site internet (international) www.fnclccfr.
- [60] **Donckier V, Van Laethem JL, Goldman S, Vangans bekeke D, Feron P, IckxB et al.** [F-18] Fluorodeoxyglucose positron emission tomography as a tool for early recognition of incomplete tumor destruction after radiofrequency ablation for liver metastases. *J Surg Oncol* 2003 ; 215-23.
- [61] **Amthaver H, Denecke T, Rau B, Hildebrandt.B Hunerbein M, Ruf J et al.** Response prediction by FDG-PET after neoadjuvant radiochemotherapy and combined regional hyperthermia of rectal cancer : correlation with endorectal ultrasound and histopathology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2004 ; 316 : 811-9.
- [62] **De Geus-Oei LF, Weiring B, Krebbe PF, Ruets JL, Punt CJ, Oyen WJ.** FDG-PET for prediction of survival of patients with metastatic colorectal carcinoma. *Ann Oncol* ; 2006 ; 1711 : 1650-5.

- [63] **T.Cassou-Mounat et al.** Fixations colorectales focales en TEP/TDM : importance de la coloscopie et apport de SUVmax pour orienter sur la gravité anatomopathologique des lésions. *Medecine Nucleaire* 39 (2015) 154-164.
- [64] **Gutman F. et al** Incidental colonic. Foral Lesions Detected by FDG PET/CT. *Nucl Med.* 2005 ; 185 : 465-500.
- [65] **Murano T, et al.** Radiation Exposure and Risk-Benefit Analysis in Cancer Screening using FDG-PET: Results of a Japanese Nationwide Survey. *Ann Nucl Med* 2011; 25: 657-666.
- [66] **Petersen et al.** : The American Association of Physicists in Medicine : [http:// www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=318&type=PP](http://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=318&type=PP).
- [67] **IRDES.** Questions d'économie de la santé. Bulletin d'information en économie de la santé. N° 98 – Septembre 2005.
- [68] **Schwenzer NF, Schvaml C, Muller M, Brendle C, Sauter A, Spengler W, et al.** Pulmonary lesion assessment : comparison of whole-body hybrid MR/PET and PET/CT imaging-pilot Study. *Radiology.* 2012 Aug 264 (2) 551-8.
- [69] **F. Semah, C. Tamas, A. Syrota.** La tomographie par émission de positons et ses applications cliniques. *STV* 2004, n° 9, vol. 16 : 471-495.

- [70] **Abdel-NabiH, Doerr RJ, Lamonica DM. Cronin VR, Galanto-Wiez PJ, Carbone GM et al** Staging of primary colorectal carcinomas with fluorine-18 fluorodeoxyglucose whole-body PET ; correlation with histopathologic and CT findings. *Radiology* 1998 ; 2063 :755-60.
- [71] **Soyka JD, Veit-Haibach P, Stobel K, Breintenstein S, Tschopp A, Mende KA, Iago MP, Hany TF.** Staging path ways in recurrent colorectal carcinoma : is contrast-enhanced 18F-FDG PET/CT the diagnostic tool of choice *J Nucl Med* 2008, 49 :354-361.
- [72] **M. Nouria, I. Sobhani, H. Hagège, E. Evangelista, M. Meignan, E. Itti.** Découverte fortuite de fixations colorectales focales du FDG en TEP/TDM :corrélation aux données de la coloscopie. *Médecine Nucléaire* 34 (2010) 197–202.

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- < بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
 - < وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
 - < وأن أمارس مهنتي بوانع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول .
 - < وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
 - < وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
 - < وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
 - < وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
 - < وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
 - < وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
 - < بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بشري في .
- والله على ما أقول شهيد .

جامعة محمد الخامس – الرباط
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 193

سنة : 2016

**دور التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني
في تشخيص سرطان القولون والمستقيم
(بصدد 62 حالة)**

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرف

الآنسة: أميرة إبراهيم

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني – سرطان القولون والمستقيم – 18 ف.د.ج.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيد: سيف الدين الكندري

أستاذ في الجراحة العامة

مشرف

السيد: عبد الرحيم دودوح

أستاذ في الفيزياء الإحيائية

السيد: رحال مسروري

أستاذ في الجراحة العامة

أعضاء

السيد: عبد الحميد بيبي

أستاذ في الفيزياء الإحيائية

السيد: محمد المرجاني

أستاذ مبرز في المعالجة بالأشعة